

SUOMEN SATA UUTTA MAHDOLLISUUTTA 2018–2037

Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia



SUOMEN SATA UUTTA MAHDOLLISUUTTA 2018–2037

Yhteiskunnan toimintamallit uudistava
radikaali teknologia

Risto Linturi ja Osmo Kuusi

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018

Kannnen kuva: Mostphotos

Takakannen kuva: osa teoksesta Tulevaisuus, Väinö Aaltonen (1932),
eduskunnan taidekokoelma. Kuvaaja: Vesa Lindqvist.

Tulevaisuusvaliokunta

00102 Eduskunta

www.eduskunta.fi

Helsinki 2018

ISBN 978-951-53-3671-2 (nid.)

ISBN 978-951-53-3672-9 (PDF)

ISSN 2342-6594 (painettu)

ISSN 2342-6608 (verkkojulkaisu)

Sisällys

Arvoisa lukija	9
Tulevaisuusvaliokunnan kannanotto: Radikaali teknologia muuttaa yhteiskuntaamme	13
 SUOMEN SATA UUTTA MAHDOLLISUUTTA 2018–2037	45
Tiivistelmä	47
Johdanto.....	51
1 Arvonluontiverkostojen taso.....	54
1.1 Henkilöliikenne.....	61
1.2 Tavaraliikenne	68
1.3 Tavaroiden valmistus	75
1.4 Ravinto	82
1.5 Energia.....	88
1.6 Materiaalit.....	94
1.7 Rakennettu ympäristö.....	99
1.8 Vaihdamme	106
1.9 Etävaikuttaminen	112
1.10 Työn korvaus koneilla.....	118
1.11 Työ ja ansainta.....	124
1.12 Terveys	130
1.13 Toimintakyvyn avusteet	135
1.14 Havainnot ja tietäminen.....	140
1.15 Osaaminen ja sen näyttö.....	147
1.16 Elämykset	152
1.17 Turvallisuus.....	159

1.18	Yhteistyökyky	165
1.19	Tarkoituksellisuus	171
1.20	Valtarakenteet	177
2	Sovellustaso: yksittäiset teknologialäpimurrot	184
2.1	Instrumentointi ja tietoliikenne	188
2.1.1	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista (001) ***	189
2.1.2	DNA-luenta ja kirjoittaminen, Full Genome (002) ****	191
2.1.3	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit (003) ****	193
2.1.4	Biosirut / "Lab on a chip" (004) ***	196
2.1.5	Materiaalitutka - hyperspektrikamera (005) ****	198
2.1.6	Kuvantaminen ja paikannus (006) ****	201
2.1.7	IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit (007) ***	203
2.1.8	LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka (008) ***	206
2.1.9	Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi (009) *	208
2.1.10	Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit (010) **	210
2.2	Tekoäly ja algoritminen päättely	212
2.2.11	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaus (011) ****	213
2.2.12	Neuroverkot ja syväoppiminen (012) ****	215
2.2.13	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat (013) ****	217
2.2.14	Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi (014) ****	219
2.2.15	Verbot/Chatbot – keskustelevat ja kirjalliset robotit (015) ****	221
2.2.16	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus (016) ****	223
2.2.17	Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen (017) **	225
2.2.18	Tekoälyn asiantuntijasovellusten opetusaineistot (018) **	227
2.3	Havaintojenkäsittelyn digitalisaatio	230
2.3.19	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus (019) ****	231
2.3.20	VR-lasit ja lisätty todellisuus (020) ****	234
2.3.21	Liikkeisiin perustuvat ja haptiset ohjaimet (021) **	236
2.3.22	Nopeat ja tiheät muistimateriaalit (022) ***	238

2.3.23	Assosiatiiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit (023) ***	240
2.3.24	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio (024) ***	242
2.3.25	Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit (025) **	244
2.3.26	Laskentatehon radikaali kasvu (026) ****	247
2.4	Liikenne, liikkuminen ja logistiikka	248
2.4.27	Kävelevä robotti ja kävelyavustajat (027) ***	249
2.4.28	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä (028) ****	252
2.4.29	Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet (029) **	255
2.4.30	Nelikopterit ja muut lentävät dronet (030) ****	257
2.4.31	Kevyet henkilölennättimet (031) *	260
2.4.32	Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet (032) **	262
2.4.33	Radikaali vesiliikenne (033) **	263
2.4.34	Hyperloop ja muu tunnelitekniikka (034) **	266
2.4.35	Avaruuden helpompi saavuttaminen (035) ***	268
2.4.36	Kyberhyönteinen ja muu biomimetiikka (036) *	270
2.5	Tavara- ja palvelutuotanto	272
2.5.37	Herkät robottisormet ja -kädet (037) ***	272
2.5.38	Tavaroiden 3D-tulostus (038) ****	275
2.5.39	Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus (039) *	277
2.5.40	Itseorganisoituvuus ja parviäly (040) *	279
2.5.41	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet (041) ****	281
2.5.42	Uudet robotisoidut palvelut (042) ***	282
2.5.43	Uudet tavarain/aineen manipulointitavat (043) *	284
2.5.44	Robottiräätäli (044) *	286
2.6	Materiaalitekhnologia	287
2.6.45	Kitkattomat pinnat ja levitaatio (045) *	288
2.6.46	Kevyet lujat tai eristävät materiaalit (046) **	290
2.6.47	Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus (047) *	292
2.6.48	Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina (048) *	294

2.6.49	Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineeksi (049) *	296
2.6.50	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous (050) ***	298
2.6.51	Antibakteeriset ja likaa hylkivät pinnat (051) **	300
2.6.52	Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit (052) *	301
2.6.53	Keinotekoinen lihas ja keinotekoinen iho (053) **	302
2.6.54	Makean veden tuottaminen (054) *	305
2.6.55	Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat (055) **	307
2.7	Bioteknologia ja farmakologia.....	308
2.7.56	Elektroniikan ja biologian kyborgit (056) ***	309
2.7.57	Radikaali eliniän pidentäminen (057) ***	312
2.7.58	Nanohiukkaset ja mikrobotit elimistössä (058) **	314
2.7.59	GMO-tuotetut aineet ja elimet (059) **	317
2.7.60	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9 (060) **	319
2.7.61	Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu (061) **	321
2.7.62	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka (062) **	322
2.7.63	Elinten korjaaminen ja soluviljely (063) **	324
2.7.64	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus (064) *	326
2.7.65	Dementian ehkäisy ja hoito (065) **	328
2.7.66	Biotekninen liha ja lihaimitaatiot (066) ***	330
2.7.67	LED-viljely, kaupunkiviljely ja robottiviljely (067) ****	332
2.7.68	Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu (068) *	334
2.7.69	Biomateriaalien kryogeniikka (069) *	335
2.8	Energiateknologia.....	337
2.8.70	Aurinkosähkön nopea kehitys (070) ****	338
2.8.71	Aurinkolämpö, lämmön varastointi ja käyttö (071) *	340
2.8.72	Energian massiiviset sähkövarastot (072) **	342
2.8.73	Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys (073) ****	345
2.8.74	Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt (074) *	347
2.8.75	Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP (075) **	350

2.8.76	Vedyn edullinen säilytys (076) *	352
2.8.77	Off Grid – ja Micro-Grid -ratkaisut (077) *	353
2.8.78	CO2-talteenotto ja käyttö raaka-aineena (078) *	354
2.8.79	Pienydinvoimalat, fissio ja fuusio (079) *	357
2.8.80	Kineettisen energian talteenotto (080) *	359
2.8.81	Suurteholaserit, sädeaseet ja magneettiaseet (081) *	361
2.8.82	Johdoton sähkönsiirto (082) *	363
2.8.83	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet (083) ***	364
2.9	Digitaaliset joukkoistusalustat	367
2.9.84	Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen (084) ***	367
2.9.85	Kryptoraha ja muu pankit ohittava valuutta (085) **	369
2.9.86	Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus (086) ***	371
2.9.87	Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö (087) ***	373
2.9.88	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ (088) ***	374
2.9.89	Salattu ja anonymi tietoliikenne (089) ***	376
2.9.90	Lähi- ja talkootyön alustat (090) **	378
2.9.91	Kaupallisen alustatyön välittäminen (091) ****	380
2.10	Globalisoituvat teknologiarajapinnat	382
2.10.92	Robottiekosysteemien rajapinnat (092) **	383
2.10.93	M2M- kauppa ja muu verkkokauppa (093) ****	385
2.10.94	Globaali langaton laajakaista (094) ****	386
2.10.95	Pilvilaskenta- ja -tallennuspalvelut (095) ****	388
2.10.96	AI:n tekemä globaali työ (096) ****	390
2.10.97	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju (097) ***	391
2.10.98	Digitaide- ja digielämysalustat (098) ***	393
2.10.99	MyData & GDPR (099) ***	395
2.10.100	AR/VR-alustat ja sisältöstandardit (100) ***	396
2.101	Sekalaisia haastajia (101)	398

3 Johtopäätökset ja tulokset	400
3.1 Yhteenveto raportissa esitetyn RTI-mallin tuloksista.....	401
3.2 Poliittikasuositukset.....	416
3.3 Tämän raportin ja esitetyn metodin jatkokehitystarpeet.....	419
3.4 Kiitokset.....	419
Liitteet	421
Liite 1: Laskukaavat tulevaisuusvaliokunnan kannanotossa esitettyihin taulukoihin	421
Liite 2: Pisteytysesimerkki: Miten sisäviljelyyn liittyvä teknologiakori on pisteytetty?	424
Liite 3: Muutokset siinä, mitä teknologiakoreja arvioinnissa seurataan	428
Liite 4: Geneerisyystaulukko	430
Liite 5: Kehitysnopeus	433
Liite 6: Vuonna 2013 tehdyn alkuperäisen ennakkoinnin tulosten yhteenvetotaulukko vertailusta kiinnostuneille	436
Liite 7: Teknologiakorien lähteet ja linkit joukkoistuskusteluihin	445

Arvoisa lukija

Käsissäsi on ehkä tärkein radikaaleista teknologioista koskaan kirjoitettu kirja. Lyhyessä esipuheessani perustelen asian ja annan joitain vinkkejä siitä, miten kirjaa tulisi käyttää omien pohdintojen tukena. Mutta sitä ennen täytyy palata ajassa taaksepäin ja käydä hie-
man läpi sitä, miksi tämä kirja on kirjoitettu ja kenelle. Tällä kertaa kirja on jaettu kahteen osioon. Ensimmäisessä osiossa esitellään tulevaisuusvaliokunnan pohdinnat ja tutkimustu-
lokset, jälkimmäisessä osassa esitellään menetelmä, arvoverkot ja teknologiat.

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan keskeinen tehtävä on arvioida teknologioiden kehi-
tystä. Tätä varten käynnistettiin hallituskaudella 2011–2015 radikaalit teknologiat jaoston
työ. Jaosto teki tuolloin dosentti Osmo Kuusen johdolla tutkimuksen ja arvioinnin teknolo-
gian ennakointia tekevistä kansainvälisistä organisaatioista: siitä minkälaisia menetelmiä
ne käyttävät omissa arvioissaan ja minkälaisia tulevaisuuskuvia ne tuottavat (TUVJ
2/2013). Otimme oppimme parhailta.

Kehitimme selvityksen pohjalta oman ennakointimenetelmän, jota kutsumme radikaalien
teknologioiden nelitasomalliksi. Malli julkaistiin alun perin Tulevaisuusvaliokunnan julkai-
sussa Suomen sata uutta mahdollisuutta (TUVJ 6/2013). Kyseiseen raporttiin tutustunut
tarkkaavainen lukija huomaa heti, että mallia on kehitetty edelleen. Uusi malli löytyy tämän
raportin sivulta 48.

Lienee syytä vastata myös kysymykseen miksi muutimme nelitasomallia, vaikka mal-
liamme on hyödynnetty muun muassa OECD:n raportissa yhtenä maailman parhaista kan-
sallisista teknologiaennakoinneista (OECD Science, Technology and Innovation Outlook
2016) ja Euroopan komission ennakointityössä. Kysymys on mallin edelleen kehittämisestä
ja siitä, että saamme vastauksia esittämiimme uusiin kysymyksiin.

Paitsi että halusimme löytää 100 lupaavinta teknologiaa, niin halusimme tämän raportin
tuloksena löytää myös 100 lainsäädäntötavoitetta, joiden avulla sujuvoitetaan teknologioi-
den käyttöönottoa. Lisäksi halusimme löytää 100 uutta tulevaisuuden ammattia, jotta
osaamme valmistautua oikeilla tiedoilla ja taidoilla tuleviin haasteisiin. Ylitimme tavoitteen,
ja ammatteja löytyi 200 kappaletta. Säädestavoitteet ja ammatit on lueteltu kunkin arvon-
luontiverkoston kohdalla sekä varsinaisessa tutkimusraportissa, että myös valiokunnan
valmistamassa tiivistelmäosiossa.

Jotta saimme vastaukset säädestavoitteiden ja ammattien osalta, korvasimme edellisen ra-
portin nelitasomallissa käytössä olleen vientialueiden asiakasosaamisen sekä vientikana-
vat -osion laajalla asiantuntijakuulemisella. Asiantuntijakuulemisessa kuultiin ammattiliit-
tojen, ministeriöiden ja tutkimuslaitosten arvioita teknologioista eri arvoverkkojen osalta.

Tämä muutos osaltaan kuvaa myös sitä, miten joustavaa nelitasomallimme soveltaminen
voi olla. Perusidea on pysynyt samana. Kysymyksessä on pohjimmiltaan työkalu, jolla voi-
daan löytää uusia nopeasti kehittyviä teknologioita ja päästä niiden tutkimukseen nopeasti

mukaan. HavaitSIMME kuitenkin, että pystymme vertaamaan muutosnopeuksia myös eri arvонуontiverkostoissa. Saamamme tulokset ovat erittäin mielenkiintoisia. Käymme näitä läpi valiokunnan omassa osiossa.

Menetelmämme kansanomainen selitys saattaisi olla systemaattinen kysymysten tai kysymyslistojen esittäminen. Usein oikeiden kysymysten esittämisellä saa oikeita vastauksia. Edelleen kun esittää systemaattisesti oikeita kysymyksiä sopiville asiantuntijaryhmille saa parempia oikeita vastauksia. Raportissamme on tehty juurikin näin. Ymmärryksen mukaan missään teknologian ennakkoinnin raportissa ei ole tehty yhtä systemaattisesti kysymyksiä arvонуontiverkostojen ja teknologioiden osalta.

Jossain määrin voi ajatella, että raportissa on edelleen viety eteenpäin professori Frank W. Geelsin esittämää sosioteknistä regiimimallia, joka esitellään raportin johdantoluvussa. Tietääksemme raporttimme on maailman laajin sosioteknisen regiimimallin käytännön sovellus. Missään ei ole aikaisemmin pyritty soveltamaan regiimimallia kaikkiin yhteiskunnallisiin toimintoihin samanaikaisesti.

Luvussa 1 esittelemme kaksikymmentä arvонуontiverkostoa. Arvонуontiverkostolla tarkoitetaan yksinkertaisesti ottaen vastausta johonkin suhteellisen kapeaan yhteiskunnalliseen tarpeeseen tai ongelmaan. Arvонуontiverkostoja arvioimme systemaattisesti seitsemän eri muutostekijän avulla. Kuvaamme arvонуontiverkostoa haastavan regiimin sekä valtaregiimin keinot ja arvot. Arvioimme muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet.

Uutena kysymyksenä pohdimme radikaaleista teknologioista nousevia uusia ammatteja, ja uusien ammattien osaamisvajeita. Peilaamme radikaaleja teknologioita myös lainsäädäntöön ja esitämme säädöstavoitteita. Listaamme myös muita kansallisia erityispiirteitä.

Luvussa 2 esittelemme radikaalit teknologiat. Teknologioita käsitellään seitsemän eri kehitystaseen avulla ja neljän muutostekijän kannalta. Kunkin teknologiakorin osalta esitellään teknologian kohdealue, kehitysnopeus, resursointi ja kehitysmotiivi sekä esitellään teknologian kehitys edellisen raportin jälkeen. Tämän lisäksi raportin digitaalisessa versiossa listataan lähteet.

Kirjassa on kaksi itsenäistä johtopäätösosuuTTa. Toinen on teknologiaraportin lopussa kapaleena 3. Raportin alussa oleva tulevaisuusvaliokunnan valmistama tiivistelmä muodostaa toisen johtopäätösosuuTTa. Näitä on syytä punnita hieman eri tavalla.

Tutkimuksen lopun johtopäätökset ovat raportin laatijoiden, Risto Linturin ja Osmo Kuusen arvio siitä, minkälaisia seurauksia, hyötyjä ja haittoja teknologiakehityksen mahdollistamalla transformaatiolla voi olla. Tulevaisuusvaliokunnan tehtävänä on puolestaan arvioida poliittisesti näitä erilaisia positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia. Arvioita radikaalien teknologioiden yhteiskunnallisista vaikutuksista tehdään myös raportin jatkotutkimushankkeissa. Tulevaisuusvaliokunta haluaa tällä tavalla avata keskustelun siitä, minkälaisen tulevaisuuden Suomen me haluamme rakentaa.

Tulevaisuusvaliokunnan valmistamassa tiivistelmäosiossa esittelemme 20 arvонуontiverkostoa muutosnopeusjärjestyksessä. Kukin arvонуontiverkosto esitetään yhdellä sivulla. Kuvaamme nykytilan ja teknologioiden aiheuttaman muutospaineen, tärkeimmät teknologiat, nopeimmin kehittyvät teknologiat, uudet ammatit ja säädöstarpeet.

Lisäksi tulevaisuusvaliokunnan osio sisältää nopeimmin kehittyvien teknologioiden listauksen, joka on saatu vertaamalla 2013 vuoden teknologialistaa tähän uuteen tutkimukseen. Määrittelimme myös tärkeimmät geneeriset teknologiat, jotka ovat läsnä monissa arvoverkkoissa ja tulevat vaikuttamaan voimakkaasti elämäämme. Täydelliset listaukset löytyvät raportin liitteistä 5 ja 4.

Tämä raportti on kirjoitettu kaikille tulevaisuudesta kiinnostuneille kansalaisille. Uskon että heitä on paljon, tulemmehan me viettämään tulevaisuudessa loppuelämämme. Utelias lukija löytää raportista ne teknologiat, joiden vaikuttavuus yhteiskunnassa etenee nopeimmin, ja jotka myöskin kehittyvät nopeimmin. Toisaalta ilmiöistä ja teknologioiden vaikutuksesta yhteiskuntaan kiinnostunut lukija puolestaan on varmasti kiinnostunut valiokunnan arvonluontiverkostokohtaisista yhteenvetosivuista.

Tämä raportti on kirjoitettu sinulle, joka olet päässyt esipuheessa tänne asti. Jotta selaisit raporttia ja viettäisit sen kanssa aikaa, ja käyttäisit sitä jatkossa teknologioiden hakuteoksena. Tämä on kirja, jonka olisin itse halunnut lukea ennen kuin lähdin opiskelemaan. Tämä on kirja, jonka haluan lukea nyt, jotta näkisin tulevaisuuteen, ymmärtäisin mitä liiketoimintamahdollisuuksia teknologiat tuovat, miten ammatit ja niissä vaadittava osaaminen muuttuu. Jos haluamme ymmärtää tulevaisuutta, meidän on ymmärrettävä, miten teknologiat sitä muuttavat. Näin voimme yhteiskuntana olla omalta osaltamme tekemässä maailmaa paremmaksi paikaksi.

Tässä vaiheessa on aika kiittää Risto Linturia ja Osmo Kuusta poikkeuksellisen ansiokkaasta työstä sekä raportin kirjoittamisesta. Linturi on moderoinut myös tulevaisuusvaliokunnan Radikaalit teknologiat -Facebook-ryhmää, jonka jäsenet myös ansaitsevat kiitokset. Tarkemmat linkit tähän keskusteluun löytyvät raportin digitaalisen version liitteestä 7. Teknologiaorien linkkien keräykseen osallistujat on mainittu luvun 2 alussa. Valiokunnan oman osion osalta kiitän valiokuntaneuvos Olli Hietasta ja pysyvää asiantuntijaa Maria Höyssää. Dosentti Osmo Kuusi on auttanut kommentteillaan ennakointia sen eri vaiheissa ja osallistunut numeeristen arviointien laadintaan teknologiaorien vaikutuksista arvoverkkoihin.

Kuusi on tehnyt samaan aikaan myös rinnakkaista Euroopan komission tilaamaa Radical Innovation Breakthrough Inquirer (RIBRI)-hanketta, jossa myös hyödynnettiin tulevaisuusvaliokunnan nelitasomallia. Tämä on mahdollistanut näiden kahden hankkeen hedelmällisen yhteistyön matkan varrella.

Radikaalit teknologiat -hankkeen tuloksia arvioitiin ja täydennettiin lopuksi asiantuntijatyöpajoissa. Työpajoja järjestivät LVM, VNK, Suomen Akatemia, Sitra, STM, TEK, TEKES, TEM ja VTT. Työpajojen osallistujat on mainittu luvun 1 alussa. Kiitos kaikille työpajoja järjestäneille ja niihin osallistuneille. Yhteistyössä on voimaa.

Uskon että me kaikki edellä mainitut haluamme puolestamme kiittää nöyrästi tiedeyhteisöä ja teknologian ennakointia tekeviä tahoja siitä opista mitä olemme saaneet. Toivottavasti voimme tällä raportilla antaa hieman saamastamme takaisin.

"Juokse."

Helsingissä 18.4.2018

Ville Vähämäki

Radikaalit teknologiat -hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja

Tulevaisuusvaliokunnan kannanotto: Radikaali teknologia muuttaa yhteiskuntaamme

Tulevaisuusvaliokunnan teknologian ennakointihankkeen tausta ja tavoitteet

Teknologian vaikutusten ennakoiva arviointi on yksi tulevaisuusvaliokunnan perustehtävistä. Tätä tehtävää varten valiokunta on kehittänyt itselleen teknologian ennakointimenetelmän, Nelitasomallin¹. Työtä on tehty pitkäjänteisesti vuodesta 2013 alkaen:

- TUVJ 2/2013 Tulevaisuuden radikaalit teknologiset ratkaisut
- TUVJ 6/2013 Suomen sata uutta mahdollisuutta: radikaalit teknologiset ratkaisut
- TUVJ 11/2014 100 Opportunities for Finland and the World
- TUVJ 1/2016 Teknologiamurros 2013-2016: Esiselvitys radikaalien teknologioiden kehityksestä 2013 katsauksen jälkeen
- TUVJ 2/2016 Technological change 2013-2016

Teknologian ennakointityö aloitettiin esiselvityksellä (TuVJ 2/2013), jossa vertailtiin jo olemassa olevien muiden teknologian ennakointityökalujen tuloksia ja menetelmiä. Sen jälkeen valiokunta kehitti tilaustutkimuksen avulla oman menetelmän, johon pohjautuen tehtiin varsinainen ennakointiraportti (TuVJ 6/2013), jossa määriteltiin 100 radikaalia teknologiaa, jotka tulevat muuttaman maailmaa. Teknologiat pantiin tärkeysjärjestykseen sillä perusteella, kuinka vaikuttavina niitä pidettiin radikaalin sosioteknisen muutoksen toteutumisen kannalta. Tämän raportin tulokset arvioitiin myöhemmin (TuVJ 1/2016). Arvioinnin perusteella ensimmäisellä ennakointikierroksella käytetty menetelmä toimi varsin hyvin, sillä lähes kaikki ensimmäisessä ennakointiraportissa esitetyt teknologiat olivat edistyneet. Lisäksi, potentiaalisesti vaikuttavimmiksi arvioitujen teknologioiden vaikuttavuuden todennäköisyys oli kasvanut ennakkoidusti: TOP 1 - 25 teknologiat ovat edistyneet kaikkein nopeimmin, TOP 26 – 50 teknologiat seuraavaksi nopeimmin ja niin edelleen.

Tämä raportti päivittää alkuperäisen, vuonna 2013 julkaistun radikaalit teknologiat -raportin (TUVJ 6/2013). Raportissa liitteineen on yli 500 sivua. Raportti sisältää yli 1600 linkkiä taustamateriaaleihin (raportin digitaalisessa versiossa on yli 3000 linkkiä). Uskallamme väittää, että kyseessä on eräs laajimmista ja yksityiskohtaisimmista katsauksista teknologian tulevaisuuteen. Raportin tekemiseen on osallistunut Radikaalit teknologiat -Facebook-ryhmässä² sekä erilaisissa työpajoissa yli 2500 henkilöä, joista yli 300 hyvin aktiivisesti. Menetelmä on kuvattu yksityiskohtaisemmin raportin johdantoluvussa.

Raporttia luettaessa on syytä muistaa, että menetelmä on tehty ennakoimaan, mitkä teknologia-alueet tulevat vaikuttamaan yhteiskuntaamme voimakkaimmin. Raportti ei siis kuvaa sitä, mitkä teknologiat yhteiskunnassamme ovat juuri nyt vallitsevimpia, vaan sitä, miltä

¹ Englanniksi: Radical Technology Inquirer (RTI)

² <https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/>

suunnilta nykyään vallitsevien teknologioiden haastajat ovat nousemassa. Ennakoinnin aikajänne on 20 vuotta (v. 2037).

Tämä tiivistelmä kerää yhteen raportin tärkeimmät viestit.

Teknologisen muutoksen yhteiskunnallisen luonteen huomiointi

Tulevaisuusvaliokunnan ennakointihankkeissa kehitetty arviointimenetelmä tarkastelee teknologiaa sekä teknologialähtöisestä (technology push), että myös tarvelähtöisestä (demand pull) näkökulmasta.

Teknologialähtöisyys ilmenee radikaalien teknologioiden tunnistamisessa ja ryhmittelyssä: Ensin on joukkoistuksen avulla valittu 1600 tärkeintä teknologian etenemiseen liittyvää havaintoa, jotka on ryhmitelty sadaksi teknologiakoriksi. Ennakoinnin *tarvelähtöisyys* ilmenee näiden teknologiakorien arvioinnissa, joka on tehty sen mukaan, kuinka vaikuttavina niitä pidetään erilaisten yhteiskunnan ja yksilön tarpeiden toteuttamisen kannalta. Yhteiskunnan ja yksilön arvot on tiivistetty 20 arvonluontiverkoksi ja teknologiakorit on pisteytetty sen mukaan, miten hyvin ne kutakin arvoa luovat eli yhteiskunnan ja/tai yksilön tarpeita tyydyttävät. Arvonluontiverkostojen eli tarpeiden määrittelyä on parannettu vuoden 2016 ennakointiin nähden, huomioiden kattavammin erilaisia hyvän elämän ja teknologian ris-teyskohtia. Nyt mukana ovat esimerkiksi elämysten ja tarkoituksellisuuden arvonluonti-verkostot.

Tässä päivitettyssä raportissa on hyödynnetty myös Geelsin ”sosioteknisen transition” mallia, koska hankkeen edellisen vaiheen arviointiraportissa vuonna 2016 todettiin tarve ymmärtää paremmin yhteiskunnallisia muutosvoimia ja hidastavia tekijöitä.

Eräs tämän raportin päätuloksista onkin alla hahmotettu jaottelu transitiomallista nouseviin valta- ja haastajaregiimeihin, joista valtaregiimi kuvaa nykytilanteen ja haastajaregiimi puolestaan tilanteen, jossa tarpeentyydytys rakentuu radikaalisti uusien teknologisten ratkaisuiden ympärille.

Valta- ja haastajaregiimeihin liittyvän jaottelun avulla saadaan paremmin esille se, että kyse ei ole pelkästään teknologian muutoksesta, vaan teknologian ja yhteiskunnan kehitys tapahtuvat toisistaan riippuvaisina. Teknologian rinnalla muuttuvat myös yhteiskunnalliset ja sosiaaliset rakenteet ja sääntely, liiketoimintalogiikat, osaaminen ja ammatit sekä elämäntavat ja käyttökulttuurit. Radikaali muutos eli transformaatio haastajaregiimin suuntaan tarkoittaa muutosta siinä perustassa, jolla täytämme perustarpeitamme: siinä miten syömme, liikumme, asumme ja miten hankimme tai tuotamme energian, materiaalit, tavarat, elämykset, turvallisuuden ja niin edelleen. Tämän tiivistelmän lopusta löytyy tiivistelmäsivu kustakin yllä hahmotellusta mahdollisesta murroksesta niihin liittyvine teknologioineen, ammatteineen ja säädöstarpeineen.

Arvonluontiverkosto	Valtaregiimi	Haastajaregiimi
Henkilöliikenne	Kuljettajallinen yksityisauto, julkinen joukkoliikenne	Kuljettajaton liikenne palveluna
Tavaraliikenne	Kuljettajallinen liikenne, toisteinen kuormausautomaatio	Kuljettajaton liikenne, älykäs kuormausrobotiikka
Tavaroiden valmistus	Teollinen, keskitetty, toisteinen valmistus	Robotisoitu, hajautettu, yksilöllinen valmistus
Ravinto	Maanviljelys, elintarviketeollisuus, jakelu	Kaupunkiviljely, robottilähikeittiö
Energia	Keskitetyt ja fossiiliset energialähteet, säästövoima	Uusiutuvat, hajautetut energialähteet ja –varastot
Materiaalit	Kaivannaiset, energiarikas prosessiteollisuus	Kiertotalous, uusiutuvat materiaalit
Rakennettu ympäristö	Perinteinen rakentaminen ja kunnossapito	Rakentamisen ja kunnossapidon robotisaatio
Vaihdanta	Brändit, fyysiset kauppapaikat, hierarkiat, B2B2C	Peukut, verkkokauppa, vertaisuus, C2B2C
Etävaikuttaminen	Puhelin, televisio, internet, some	VR/AR, etiäiset ja muu kauko-ohjaus
Työn korvaus koneilla	Keskitetty, konevoimaan ja ihmisiälyyn perustuva	Hajautettu, koneälyyn ja joukkoistukseen perustuva
Työ ja ansainta	Palkkatyö erikoistumiseen ja vaihdantaan liittyen	Yhteistyö, omavaraisuus, mikroyrittäminen
Terveys	Terveysthuollon järjestelmä, yleiset suositukset	Itsediagnostiikka, pelillistäminen, yksilöllinen ravinto
Toimintakyvyn avusteet	Laitos-, avo- ja omaishoito, halvat apuvälineet	Robotiikka, tekoäly, etiäiset, keinoelimet, joukkoistus
Havainnot ja tietäminen	Sertifioidut tutkimukset, raportit, uutiset	Tekoäly, joukkoistus, yksilön havaintovälineet
Osaaminen ja sen näyttö	Oppilaitokset ja niiden tutkinnot, työssä oppiminen	Käännetty ja itseoppiminen, AI, osaamisen näyttö
Elämykset	Tuottaja-kuluttajapainotus, massaviihde, turismi	Pelit, jaettu VR-todellisuus, AR, vuorovaikutus, AI
Turvallisuus	Aineellinen yhteiskunnan turvallisuus, sosiaaliturva	Hajautettu, yksilöllinen ja joukkoistettu turva
Yhteistyökyky	Viranomaisten, brändien, hierarkioiden takaama	Vertaisluottamus alustojen ja läpinäkyvyyden kautta
Tarkoituksellisuus	Työ, asema, sosiaalinen verkosto	Aikaansaannokset, peukut, osallisuus, yhteisöllisyys
Valtarakenteet	Alueellinen valtarakenne, läpinäkyvätön valta	Asiapohjainen subsidiariteetti, paikasta riippumattomuus

Taulukko 1. Arvonluontiverkostot potentiaalisimpine transformaatioineen.

Havaintoja teknologioiden kehityksestä

Nyt tehty päivitys mahdollistaa vertailun vuonna 2013 julkaistuun raporttiin. Tulevaisuusvaliokunnan alkuperäisenä tavoitteena oli juuri tämä vertailtavuus ja kyky tunnistaa radikaaleja teknologioita mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tulevaisuusvaliokunta totesi tulevaisuusmietinnössään (TuVM 1/2014 vp), että jos ryhdymme toimimaan vasta silloin, kun uudet teknologiat ovat jo kypsiä ja varmoja, niin olemme auttamatta myöhässä.

Mitkä ovat siis nyt sellaisia teknologioita, jotka eivät vielä ole merkittävässä roolissa, mutta ovat kärkeknologioita 20–30 vuoden kuluttua? Ehkäpä sellaiset teknologiat, jotka olivat ensimmäisessä ennakointiraportissa (TUVJ 2/2013) sijoilla 80–100, mutta ovat nyt uusimassa tarkastelussa kehittyneet suhteellisesti nopeammin kuin muut?

Raportteja vertaileva lukija voi huomata lukuisia muutoksia 100 tärkeimmän teknologian listalla. Suoraa vertailua näiden kahden raportin välillä kuitenkin vaikeuttaa se, että menetelmää on kehitetty matkan varrella. Muutamia uusia teknologiakoreja on noussut listalle (esim. VR-lasit) tai pudonnut sieltä (esim. ruiskutettavat tekstiilit) kehitysnopeutensa kiihtymisen tai hidastumisen vuoksi. Jotkin muutoksista voivat johtua myös siitä, että pisteytys on tehty hieman eri tavalla. Pisteytyksen rakennetta on avattu tarkemmin liitteessä 2. Oman ongelmansa muodostaa myös se, että teknologian kehittyminen ei ole suoraviivaista. Monessa tapauksessa jokin kärkiteknologia – kuten esimerkiksi Big Data – on jakautunut uusiin sovelluksiin, muodostaen uusia merkittäviä teknologiakoreja. Siksi joitakin alkuperäisessä ennakointiraportissa olleita teknologiakoreja ei enää löydy uudesta raportista, ja vastaavasti uudessa raportissa on teknologiakoreja, joita ei ollut alkuperäisessä listassa. Esi-merkki tällaisesta muutoksesta on esitetty liitteessä 3.

Ennakointimenetelmän pohjalta on mahdollista tarkastella sekä arvonluontiverkostojen että yksittäisten teknologiakorien kehitystä.

Järjestys	Arvonluontiverkosto	Arvonluontiverkoston kehitysvauhti
1	Henkilöliikenne	6,7
2	Tavaraliikenne	6,3
3	Työ ja ansainta	5,9
4	Työn korvaus koneilla	5,8
5	Ravinto	5,3
6	Tavaroiden valmistus	5,2
7	Rakennettu ympäristö	5,0
8	Vaihdanta	4,6
9	Havainnot ja tietäminen	4,1
10	Turvallisuus	4,1
11	Etävaikuttaminen	4,0
12	Tarkoituksellisuus	3,7
13	Valtarakenteet	3,1
14	Elämykset	2,7
15	Terveys	2,6
16	Materiaalit	2,4
17	Energia	2,3
18	Yhteistyökyky	2,3
19	Osaaminen ja sen näyttö	1,0
20	Toimintakyvyn avusteet	0,8

Taulukko 2. Arvonluontiverkostot järjestettynä niiden kehitysnopeuden mukaan.

Kehitysnopeuden mittarina on käytetty 20 vuoden päähän ennakoitua vaikuttavuuden kasvua vuodesta 2013 vuoteen 2018. Pisteytyksen laskukaava on esitetty liitteessä 1 (kaavat I ja II).

Yllä oleva taulukko 2 asettaa 20 arvonluontiverkostoa kehittymisnopeutensa (teknologisen kehityksen odotusten kasvun) mukaiseen järjestykseen Arvonluontiverkosto, johon liittyvät vaikuttavuusodotukset ovat kasvaneet nopeimmin, on saanut sijan yksi (henkilöliikenne), ja viimeisenä on verkosto, jossa muutos on hitainta (toimintakyvyn avusteet). Järjestys voidaan tulkita siten, että henkilöliikenteen arvonluontiverkostossa on suurin paine transformaatioon.

Taulukon 2 luonnetta voidaan avata tarkastelemalla esimerkiksi terveyteen liittyvän arvonluontiverkoston sijoitusta, joka on vasta 15. Miten tämä sopii yhteen sen kanssa, että voimme jatkuvasti lukea terveyteen liittyvistä teknologisista läpimurroista? Suurin osa niistä on itse asiassa luonteeltaan nykyisen valtaregiimin eli keskitetyn terveydenhuollon kanssa yhteensopivia. Terveysteknologian haastajaregiimin uusiin hajautettuihin toimintamalleihin liittyvät odotukset olivat jo korkealla 2013 raportissa ja etenemisestä huolimatta odotukset eivät ole kasvaneet niin nopeasti.

Järjestys	Teknologiakori	Geneerisyysluku
1	Neuroverkot ja syväoppiminen	3820
2	AI:n tekemä globaali työ	3021
3	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	2010
4	Materiaalitutka – hyperspektrikamera	1854
5	Laskentatehon radikaali kasvu	1760
6	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	1666
7	Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	1598
8	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaukset	1581
9	Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	1455
10	Kaupallisen alustatyön välittäminen	1455
11	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	1445
12	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	1328
13	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	1326
14	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	1296
15	Aurinkosähkön nopea kehitys	1260
16	Kuluttajahintaiset kehon analysointilaitteet	1260
17	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ	1245
18	Kuvantaminen ja paikannus	1209
19	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	1170
20	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	1095
21	Globaali langaton laajakaista	1080
22	Tavaroiden 3D-tulostus	1072
23	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	1050
24	Uudet robotisoidut palvelut	1050

Taulukko 3. TOP 24 teknologiakoria ennakoitujen geneerisen vaikuttavuuden mukaan.
Pisteytyksen laskukaava on esitetty liitteessä 1 (kaava III).

Yksittäisten teknologiakorien tasolla voidaan tarkastella myös sitä, mitkä teknologiat näyt-
täytyvät keskeisessä asemassa useissa eri arvonaluontiverkostoissa (Taulukko 3). Nämä ge-
neeriset teknologiat ovat juuri niitä radikaaleja yksittäisiä teknologiakoreja, joilla on suurin
potentiaali muuttaa maailmaa jo nyt ja lähitulevaisuudessa.

Radikaaleja teknologioita voidaan etsiä myös vertaamalla nyt tehtyä päivitystä edelliseen
ennakointiin ja etsimällä teknologiakoreja, joihin liittyvät odotukset ovat kasvaneet suh-
teellisesti vauhdikkaimmin edellisen raportin tilanteeseen verrattuna. Tällainen tarkastelu
nostaa esiin myös sellaisia teknologiakoreja, jotka eivät ole vielä listan kärjessä, mutta joi-
hin liittyvät odotukset kasvavat tällä hetkellä nopeimmin (Taulukko 4).

Järjestys	Teknologiakori	Kehitysnopeus
1	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	13,8
2	MyData & GDPR	13,0
3	Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	12,1
4	AI:n tekemä globaali työ	12,0
5	Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	12,0
6	Neuroverkot ja syväoppiminen	11,4
7	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	10,8
8	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	10,0
9	AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	10,0
10	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	10,0
11	Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	10,0
12	Radikaali vesiliikenne	10,0
13	Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	9,6
14	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	9,0
15	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	8,2
16	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	7,8
17	Itseorganisoiuvuus ja parviäly	7,8
18	Uudet tavarahan/aheen manipulointitavat	7,8
19	Globaali langaton laajakaista	7,2
20	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	7,0
21	Vedyn edullinen säilytys	6,6
22	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	6,5
23	Nopeat ja tiheet muistimateriaalit	6,5
24	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkauk	6,4

Taulukko 4. TOP 24 teknologiakoria kehitysnopeuden mukaan.

Pisteytyksen laskukaava on esitetty liitteessä 1 (kaavat IV ja V). Kehitysnopeus kaikille sadalle teknologiakorille on esitetty liitteessä 5.

Yhteenvedona voidaan esittää, että meneillään olevat laajat teknologiset muutokset näyttäisivät kytkeytyvän erityisesti aurinkoenergiaan, autonomisiin robotteihin, virtuaalitodellisuuteen, hahmontunnistukseen, jakamistalouteen, sisäviljelyyn, DNA-teknologiaan, nanomateriaaleihin, kvanttitason tietotekniikkaan ja robotisoituun valmistukseen.

Kaksikymmentä sosio-teknistä murrosta

Teknologinen edelläkävijyys edellyttää visionäärisyyttä ja rohkeutta ja tätä tulevaisuusvaliokunta on pyrkinyt luomaan omalla teknologian ennakkoinnin mallillaan.

Tulevaisuusvaliokunnan mielestä Suomen tulisi olla erityisen aktiivinen niissä teknologioissa, jotka ratkaisivat suuria yhteiskunnallisia ongelmia, koska nämä teknologiat luovat myös globaaleja liiketoimintamahdollisuuksia ja samalla hyötyä ihmisille ja yhteiskunnalle.

Lisäksi on syytä huomata myös se, että vaikka nykypäivänä merkittävien sektoreiden viennin näkökulma on tärkeä, niin mikäli hankkeessa ennakoidut transformaatiot tulevaisuudessa toteutuvat, tullaan tarvitsemaan myös osaamista ja sääntelyä sellaista yhteiskuntaa varten, jossa teknologian käyttö ja osin jopa kehittäminen saattavat ennennäkemättömällä tavalla hajaantua ja teolliseen toimintaan nykyään liittyvä suuruuden ekonomia purkautua.

Kaikissa tulevaisuuskuvin osaamisella on tärkeä merkitys. Suomen tutkimus- ja koulutusjärjestelmän tulisi siis luoda jo hyvissä ajoin osaamista niissä teknologioissa, joiden ennakoidaan yleistävän vasta 20–30 vuoden kuluttua. Tulevaisuusmietinnössään (TuVM 1/2014 vp) tulevaisuusvaliokunta on jo aiemmin todennut, että: *”Esimerkiksi Tekniseen korkeakouluun perustettiin jo 1950-luvulla teoreettisen sähkötekniikan professuuri, ja 1960-luvulla ensimmäinen tietoliikennetekniikan professuuri. Samaan aikaan perustettiin Tampereen yliopistoon (1965) ja Helsingin yliopistoon (1967) tietojenkäsittelytieteen professorit, ja Oulun yliopistoon (1965) sähkötekniikan osasto. Näistä investoinneista tietotekniikkaan (ml. radiotekniikka) ja tietoliikenteeseen sai alkunsa suomalainen tietotekninen osaaminen. Suomen viennistä sähkötekniikan ja elektroniikan osuudet olivat 1970 2 %, 1980 4 %, 1990 11 %, 2000 31 %, 2010 15 %. Tiede ja perustutkimus muuttuvat siis sovelluksiksi ja liiketoiminnaksi samalla kun myös elämäntapamme ja tarpeentyydytyksemme muuttuvat, mutta ai-
kajänteet voivat olla hyvin pitkiä.”*

Seuraavilla sivuilla esitetään raportin jokaiselle 20 arvonluontiverkostolle oma tiivistelmäsiivu. Arvonluontiverkostot on esitelty siten, että parhaillaan nopeimmin kehittyvä arvonluontiverkosto esitellään ensimmäisenä, hitaimmin kehittyvä viimeisenä.

Tiivistelmäsiivuilla mainitaan kunkin arvonluontiverkoston tyydyttämään tarpeeseen liittyvä valtaregiimi ja radikaalien teknologisten ratkaisuiden varaan rakentuva haastajaregiimi. Näiden alla on kaksi erilaista TOP-listaa teknologioista, jotka ovat kyseisen arvonluontiverkoston kannalta mielenkiintoisia.

Kunkin arvonluontiverkosto-sivun ensimmäinen lista esittelee niiden teknologioiden teknologiakorit, jotka ennakkoinnissa on tunnistettu haastajaregiimin läpimurron kannalta keskeisiksi. Esimerkiksi henkilöliikenteen radikaali transformaatio muuttaa liikkumisen palveluksi ja vähentää autojen yksityisomistusta. Tätä kuvaava haastajaregiimi rakentuu sähköisten robottiautojen ja automaattisen joukkoliikenteen edellyttämien teknologioiden varaan: Paikantamiseen ja reaaliaikaisen tilannekuvan muodostamiseen liittyvien teknologioiden kehitys on välttämätön edellytys autonomiselle robottiliikenteelle. Tehokkaiden ja nopeasti ladattavien akkujen kehitys on puolestaan edellytys liikenteen sähköistämiseksi.

Kullekin arvonluontiverkostolle keskeiset teknologiakorit on tunnistettu antamalla niille pisteitä sekä merkittävyydestä arvonluontiverkoston tavoitteen saavuttamiselle, että kypsysteestä (toimivuudesta ja etenemisestä kaupallistamispolulla). Henkilöliikenteen arvonluontiverkosto on nopeimmin kehittyvä arvonluontiverkosto siksi että sen tavoitteen saavuttamisen kannalta keskeiset radikaalit teknologiat ovat kypsyneet pisimmälle. Tätä heijastaa se, että radikaalille henkilöliikenteelle keskeisimpien neljän teknologiakorin saamat vaikuttavuusodotusindeksi-arvot (140, 140, 120, 100) ovat huomattavasti korkeammat kuin hitaimmin kehittyvän arvonluontiverkoston (toimintakyvyn avusteet) transformaatiolle keskeisten teknologioiden vaikuttavuusodotukset (60, 60, 50, 50). On kuitenkin huomattava, että myös hitaimmin etenevän arvonluontiverkoston teknologiat ovat selvästi

edenneet vuosien 2013 ja 2018 ennakointien välillä. Vaikuttavuusodotusindeksin laskukaava löytyy liitteestä 1 (kaava VI).

Kullakin tiivistelmäsivulla on myös toinen lista, joka on muodostettu katsomalla kaikkia kuhunkin arvontiverkostoon liittyviä teknologioita ja nostamalla listalle ne, joihin liittyvät odotukset ovat kasvaneet nopeimmin vuosien 2013 ja 2017 ennakointien välillä. Odotusten kasvun laskukaava löytyy liitteestä 1 (kaavat VII ja VIII). On huomattava, että jos odotukset ovat olleet valmiiksi korkealla ensimmäisen ennakointikierroksen aikaan, ei teknologiakori välttämättä näyttäyty nopeimpien nousijoiden listalla, sillä sen teknologia on edennyt aiempien odotusten mukaisesti. Tällainen on tilanne esimerkiksi robottiautojen kehityksen suhteen. Robottiautot siis näkyvät henkilöliikenteen haastajaregiimin ydinteknologioiden listassa (tiivistelmäsivun ensimmäinen lista), mutta eivät tiivistelmäsivun nopeiden nousijoiden listalla (jälkimmäinen lista).

Nopeiden nousijoiden listat huomioivat kaikki kyseisen arvontiverkoston tavoitteen toteutumiseen jollain lailla liittyvät teknologiat, painottamatta teknologian keskeisyyttä tavoitteen kannalta. Kullekin teknologiakorille laskettu kypsyminenopeus on sama jokaisessa arvontiverkostossa, eli sitä ei ole sovitettu arvontiverkostokohtaisille sovelluksille - esimerkiksi MyData-ratkaisuiden etenemisnopeutta ei ole arvioitu erikseen henkilöliikenteeseen liittyvälle henkilökohtaisen paikkatiedon ja terveyteen liittyvän henkilökohtaisen datan sovelluksille.

Useat nopeimmin etenevistä teknologioista ovat ainakin jollain lailla relevantteja useimmille eri arvontiverkostoille, ja siksi samat nopeasti etenevät teknologiat näkyvät useilla sivuilla. Esimerkiksi nopeita kehitysaskelaita ottaneet sisäviljelyn teknologiat näkyvät ravinnontuotannon arvontiverkoston lisäksi esimerkiksi rakennetun ympäristön, logistiikan ja elämysten nopeasti etenevien teknologiakorien sivuilla, koska yleistyessään sisäviljely tulee muuttamaan sitä missä ruuantuotanto ja siihen liittyvä kuljetus ja liiketoiminta tapahtuvat. ”P2P-luottamusratkaisut ja lohkoketju” -teknologiakori puolestaan on arvioitu vaikuttavuudeltaan toiseksi alimpaan kategoriaan energian sekä havaintojen ja tietämisen arvontiverkostoissa. Silti se näkyy kyseisten arvontiverkostojen tiivistelmäsivun nopeiden nousijoiden listan kärjessä, koska siihen liittyvät vaikuttavuusodotukset ovat viime vuosien aikana kasvaneet niin nopeasti.

Tiivistelmäsivujen nopeiden nousijoiden taulukossa on hieman avattu teknologiakorien sovellusten merkitystä arvontiverkoston tavoitteen saavuttamisen kannalta. Näiden selitysten kautta aukeaa teknologisen kehityksen systeeminen luonne, kun nähdään miten yksittäisen teknologiakorin edistyminen, kuten robottiauton, LED-viljelyn tai lohkoketjun kehitys, voi luoda heijastusvaikutuksia useisiin arvontiverkostoihin. Yhteys useisiin arvontiverkostoihin todennäköisesti vaikuttaa myös takaisin yksittäisen teknologiakorin kehitykseen. Se on oletettavasti sitä nopeampaa, mitä useammalta sovellusalueelta korin teknologiat voivat saada rahoitusta ja markkinoita.

Tiivistelmäsivut esittelevät myös joukon nousevia ammatteja ja osaamisvajeita, joiden kaltaisten ennakoitaan yleistyvän haastajaverkoston voimistuessa. Amatit on muodosteltu hahmottelemalla kokonaisuuksia tehtävistä, joiden hoitamista uuden arvontiverkoston toiminta edellyttää.

Tiivistelmä sivut nostavat viimeisenä esiin joukon säädöksiä, joita haastajaverkosto tarvitsi tuekseen, mikäli transformaation tapahtumista halutaan edistää ja hallita. Näihin liittyen tulevaisuusvaliokunta haluaa kuitenkin muistuttaa lukijaa siitä, että vaikka ennakoitiraportissa kuvatut teknologiat ja todennäköisesti myös transformaatiot etenevät globaalilla tasolla riippumatta siitä, haluammeko sitä vai emme, niin säätelyllä voidaan kuitenkin vaikuttaa muutoksen vauhtiin, suuntaan ja seurauksiin. Murros ei koskaan ole kaikkien etu, vaan uudistumisessa on aina myös häviäjänensä. Usein puhutaan ammattien katoamisesta, mutta yhtä lailla omistukset ja infrastruktuurit saattavat menettää arvoaan. Tämän takia monet niistä jotka hyötyvät taloudellisesti nykytilanteesta, vastustavat perustellustikin muutosta. Toisille taas murrokset jäsentyvät erityisesti elämäntavan muuttumisen kautta, joko ikävämpään tai toivotumpaan suuntaan. Myös murrosten vaikutukset luonnonympäristöön ovat aina moninaiset. Esimerkiksi sille ei ole takeita, että uusiutuvan energian ja energiaa säästävien teknologioiden käyttöönotto väistämättä johtaisi siihen, että maapallolla käytettäisiin vähemmän uusiutumatonta energiaa.

Tulevaisuusvaliokunta muistuttaa myös, että raportin teknologistauksia ei saa tulkita liian yksioikoisesti niin, että Suomen kannattaisi panostaa vain listojen yläpään teknologioihin. Yhtä tärkeää on katsoa listojen alapään teknologioita, ja pohtia onko siellä asioita, joiden haluaisimme kehittyvän nopeammin, kuten esimerkiksi toimintakyvyn parempien avusteiden.

Selvityksen perusteella näyttäisi myös siltä, että osaamisen ja sen näytön arvonluontiverkosto ei ole muutoksen kärjessä, vaikka koulutuksen ja oppimisen tärkeydestä puhutaan, ja opetusteknologiaa kehitetään. Miten tämä tulos pitäisi tulkita, ja mitä toimenpiteitä tilanne edellyttää? Teknologisen murroksen säädöstarpeet eivät ole vain teknologiapoliittisia. Esimerkiksi osaamisen ja sen näytön teknologiat ovat jo varsin kehittyneitä, mutta niiden käyttöönoton edellyttämä sovittaminen koulutusjärjestelmän rakenteeseen on ollut hidasta. Siksi myös odotukset ovat kasvaneet hitaasti, eikä tämän arvonluontiverkoston nopeaan kehitykseen uskota. Säädöstarpeet osaamiseen ja sen näyttöön kohdistuvan murrospaineen edessä liittyvät siis pikemminkin koulutusjärjestelmän kykyyn ottaa käyttöön uusi teknologia ja sen mahdollistamat ja edellyttämät uudet toimintamallit, kuin varsinaiseen uuden teknologian kehittämiseen.

Seuraavilla tiivistelmä sivuilla olevat politiikkasuositukset vastaavat siis siihen kysymykseen, mitä meidän pitäisi tehdä, jos haluamme nopeuttaa ja helpottaa murrosta. Yhtä tärkeätä on kuitenkin miettiä sitä, että halutaanko kyseistä murrosta ylipäänsä edistää vai hidastaa, eli millaisia mahdollisuuksia ja uhkia näihin vaihtoehtoihin sisältyy. Ja myös sitä, että voidaanko murroksen yhteiskunnallisiin ja yksilöllisiin seurauksiin vaikuttaa sääntelyllä. Tämän arvokeskustelun tärkeyden korostaminen on yksi raportin keskeisistä tuloksista. Tulevaisuusvaliokunta jatkaa näiden arvokysymysten analysointia jatkohankkeissaan, jotka valmistuvat vielä vuoden 2018 aikana.

Helsingissä 18.4.2018

Tulevaisuusvaliokunta

Stefan Wallin, puheenjohtaja (r.)

Merja Mäkisalo-Ropponen, varapuheenjohtaja (sd.)

Jäsenet

Mikko Alatalo (kesk.)

Harri Jaskari (kok.)

Anna Kontula (vas.)

Mikko Kärnä (kesk.)

Antti Lindtman (sd.)

Pentti Oinonen (sin.)

Aila Paloniemi (kesk.)

Olli-Poika Parviainen (vihr.)

Arto Pirttilahti (kesk.)

Tuomo Puumala (kesk.)

Sari Tanus (kd.)

Lenita Toivakka (kok.)

Pilvi Torsti (sd.)

Ville Vähämäki (ps.)

Sinuhe Wallinheimo (kok.)

HENKILÖLIIKENNE

Ihmisten siirtäminen paikasta toiseen mukavasti, turvallisesti, kustannustehokkaasti sekä valinnanvapautta tarjoten.

Valtaregimi: Kuljettajallinen yksityisauto, julkinen joukkoliikenne		Haastajaregimi: Kuljettajaton liikenne palveluna
Haastajaregimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Kuvantaminen ja paikannus	140	
Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	140	
Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	120	
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	100	
Kaupallisen alustatyön välittäminen	60	
Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	60	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
AI:n tekemä globaali työ	40	
Laskentatehon radikaali kasvu	40	
Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet	40	
Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	40	
Haastajaregimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
MyData & GDPR	Omadata siirto toimijalta toiselle voi helpottaa olennaisesti palveluita.	13,0
AI:n tekemä globaali työ	On mahdollista, että kaikki robottitaksien vaatima myynti, hallinto, ajaminen ja valmistus tehtäisiin ulkomailla ja paikallista olisi vain infrastruktuuri ja kunnossapito.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolasarit	Lidar-järjestelmät, joita robottiliikenteessä käytetään, perustuvat pieniin lasereihin. Laser sopii myös ajovaloihin ja materiaalitunnistukseen.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoälyn kehitys on autonomiselle robottiliikenteelle olennainen kustannustekijä ja teknologia on robottiautoissa välttämätön ainakin jo saavutetulla tasolla.	11,4
Verbot/chatbot - keskustelivat ja kirjalliset robotit	Robottiliikennettä edistää mahdollisuus keskustella auton kanssa kohteesta, nähtävyyksistä. Auto voi myös ehdottaa jatkoyhteyksiä ja majoituspalveluita tarpeen mukaan tai viihdyttää.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	Liikennemerkkit ja reitit näkyvät AR-laseissa tai tuulilasissa. Reitillä olevat huomionarvoiset asiat selostetaan. VR-lasit viihdyttävät matkantekoa, jos sisältö on omien lasien kanssa yhteensopiva.	10,0
Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	Halpa polttokenno mahdollistaa polttokennoauton.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Foiling nopeuttaa vesiliikennettä. Robotisaatio tekee vesitaksit edullisemmiksi. Kevytrunkoiset laivat mahdollistavat uusia reittejä.	10,0
Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	Matkanopeus ja aikatauluttomuus kaupunkikeskusten välillä mahdollistaa helpon työssäkäynnin ja asioinnin naapurikaupungeissakin. Vähentää autoilua.	9,6
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
<p>Palveluna järjestettyyn kuljettajattomaan liikenteeseen siirtyminen synnyttää monia uusia ammatteja. Ajojärjestelijä vastaa, että liikennevälineet sijoittuvat odottamaan uusia kyytejä sinne, missä niitä seuraavaksi tarvitaan. Liikennetiedon analyttikko tuottaa tietoa ja suunnittelee roboteille uusia ajo-ohjeita ja liikennejärjestelmän säätöä. Kauko-ohjaaja valvoo ajoa ja selvittää ongelmatilanteita sekä opastaa kuljettajattoma ajoneuvoa, kun se ei osaa edetä tarpeen mukaisesti. Etäavustaja keskustelee matkustajien kanssa ja opastaa näitä ja autoa kohteen ja reitin valinnassa sekä päättää toimista henkilövahinkotilanteissa.</p> <p>Ajoneuvosiivooja vastaa ajoneuvojen siisteydestä ja antaa tarvittaessa matkustajille palautetta epätoivotusta käyttäytymisestä. Kaupunkilennonjohtaja huolehtii lentotaksien reiteistä, laskeutumispaikkojen kunnosta ja varustilanteesta. Robottipoliisi ja kuljettajattoman liikenteen tarkastaja valvovat kuljettajattoma liikennettä, sen palvelutasoa sekä siihen liittyviä turvallisuusuhkia. Liikenne-eetikko konsultoi liikenteen eettisissä ja juridisissa vastuukysymyksissä. Robottiliikenteen vakuutusauditoija selvittää onnettomuustilanteita.</p>		
Muutoksen säädöstavoitteet		
<p>Liikennesektori on jo merkittävästi edistännyt uusien kulkuneuvojen käyttöönottoa ja robotisaatiota mm. sallimalla sähköisen kevytliikenteen välineitä ja edistämällä liikennettä palveluna Liikennekaaren avulla sekä edistämällä kokeilukulttuuria.</p> <p>Seuraavia toimia olisi syytä vielä erityisesti edistää: Robottiliikenteen häirintä tulisi kriminalisoida. Kaikki liikennemerkkitieto, opastintieto ja ajoväylätieto tulisi saada automatisoidusti ja reaaliaikaisesti yhteiskäyttöiseen pilvipalveluun avoimena datana. Tieto voitaisiin saada valituista liikenteessä kulkevista ajoneuvoista, esimerkiksi Postin ajoneuvoista reaaliaikaisesti. Ilmatilan valvonta tulisi automatisoida kaupunkilennonjohtajan osalta lentäjätoimien henkilöiden nähtävien tarpeisiin. Erityisesti kulkureittien ja kulkuvaltuuksien määrittely liikenteen mahdollistamisen näkökulmasta olisi tärkeää.</p> <p>Liikennekaareen liittyvä palvelurajapinta tulisi toteuttaa pikaisesti. Liikenteen tarjoajien ja matkustajasovellusten välisen rajapinnan yhteensopivuustarve kansainvälisten toimijoiden, esimerkiksi Lyftin vetämän allianssin rajapintojen kanssa tulisi huomioida. Robottiauton seurantavelvoite ja vahinkojen vastuut-taminen ajoneuvon valmistajalle tulisi säätää ennen robottiliikenteen laajaa käynnistymistä. Lakisääteisen vakuutuksen rooli ajoneuvojen käyttäjien, uhrin ja vastuutahojen välissä tulisi säilyttää, mutta sellaisella tavalla, jossa robottiauton alhainen onnettomuusherkkyys vähentää valmistajan kustannuksia.</p> <p>Robottiliikenteeseen liittyvä koulutus niin toiminnan järjestämisen, teknisen kunnossapidon kuin valvonnankin osalta tulisi käynnistää pikaisesti ja laajana. Robottikuljetuspalvelun regulointi tulisi säätää tavalla, joka mahdollistaa samanaikaisesti jakamistalouden, autonvuokrauksen ja robottitaksitoiminnan kaltaiset mallit ja integroituu riittävin osin liikkuminen palveluna -ajatteluun (Maas).</p>		

TAVARALIIKENNE

Tavaroiden, laitteiden, eläinten ja raaka-aineiden sekä jätteiden siirto paikasta toiseen vaivattomilla, täsmällisillä, kustannustehokkailla ja yleisillä keinoilla

Valtaregiimi: Perustuu toistaiseen automatiikkaan ja ihmistyöhön. Tunnusomaista: kuljettajallinen liikenne, toistainen kuormausautomaatio		Haastajaregiimi: Älykäs robotisaatio mahdollistaa tavaroiden kustannustehokkaan lajittelun ja autonomisen kuljetuksen. Tunnusomaista: kuljettajaton liikenne, älykäs kuormausrobotiikka
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Kuvantaminen ja paikannus	140	
Nelikopterit ja muut lentävät dronet	140	
Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	120	
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	100	
Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	70	
Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	60	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
Materiaalitutka - hyperpektrikamera	50	
IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit	50	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohko-ketju	Kuormakirjojen ja logistiikan huollinnan hajauttaminen mahdollistuu.	13,8
MyData & GDPR	Logistiikan historiatiedon (MyData/GDPR) siirto toimijalta toiselle voi helpottaa tavaraliikennettä.	13,0
AI:n tekemä globaali työ	On mahdollista, että pääosa tavaraliikenteen myynti-, huolinta, ajo-, kuormaus- ja valmistustyöstä tehtäisiin ulkomailla. Paikalliseksi jäisi vain infrastruktuuri ja kunnossapito.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolasarit	Lidar-järjestelmät, joita robottiliikenteessä käytetään, perustuvat pieniin lasereihin. Laser sopii myös ajovaloihin ja materiaalitunnistukseen.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Teknälyn kehitys on autonomisen robottiliikenteen kehitykselle välttämätön.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robotiviljely	Elintarvikelogistiikan tarpeet muuttuvat täydellisesti viljelyn siirtyessä syklisestä ja maatalousvaltaisesta jatkuvaan kaupunki- ja tehdasviljelyyn.	10,8
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
<p>Kun tavarat kulkevat robotisoidusti valmistajalta asiakkaalle, vähenee tai loppuu ajoneuvojen kuljetustarve. Kustannustehokkuuden parantuessa merkittävä osa nyt itsepalveluna suoritetusta keräilystä ja kuljetuksesta siirtyy palveluna tehtäväksi. Tavaranylähettäjän ja tavarankulun valvojan kaltaiset pienhuolitsijat ja kuormanpurkajan tehtävät lisääntyvät. Täytöasteen valvojan ja -järjestelijän tehtävä kuuluu huolitsijoille tai kuljetusyrityksille. Robottiliikenteen ohjaukseen ja valvontaan syntyy ”fleet manager” -tehtäviä. Joukoistettu kuljetus vaatii alustansa ja valvojansa, vikaantuneet tavararobotit ja niiden jättämät tavarat robottikuljetusten pelastajansa.</p> <p>Tavaroiden kaukolastaajien ja purkajien tehtävät kuuluvat kasvavien tehtävien joukkoon. Kuljetusreittien kartoitus etenkin vähittäisjakelussa työllistää. Kartoittajan lisäksi robottiliikenteen esteettömyystarkastajia tarvitaan. Elintarviketoimitusten suunnittelija ja tavarankulun hiilijalanjaljen laskija voivat olla uusia ammatteja. Myös jakelolokerikkojen asennus, siivous ja valvonta tulevat työllistämään, mikäli yhtenäinen ja laajasti käytettävissä oleva infrastruktuuri saadaan syntymään. Osaamisvaje on erityisen suuri liittyen dronekuljetuksiin ja heterogeenisten tavaroiden hajautettuun lajitteluun.</p>		
Muutoksen säädöstavoitteet		
<p>Kävelyetäisyydellä ja liikenteen solmukohtissa olevat avoimet jakelolokerikot tulisi järjestää osana liikenneinfrastruktuuria siten, että joukoistettun jakelun avoin, eri osapuolia yhdistävä kuljetusketju mahdollistuu. Tämä tulisi huomioida maa- ja rakennuslain uudistuksessa. Tavaroiden autonomisen dronejakelun sallimiselle tulisi asettaa selkeä ja nopea tavoiteaika-aulu. Droneliikenteen ja muun robottiliikenteen häirintä tulisi kriminalisoida ja robottien suorittama häirintään liittyvä valvonta sallia.</p> <p>Dronejakelun vastaanotto pisteet tulisi määrätä kaavassa jakelolokerikkojen osaksi. Tavaroiden jakelu tulisi osoite- ja omistajati etojen osalta digitalisoida siten, että tavarassa itsessään on yksilöllinen identiteetti, jonka perusteella tarvittavat muut tiedot löytyvät pilvestä, jos tietoihin on oikeus. Näiden tietojen tulisi olla saatavilla pilvestä valmistajariippumattomasti, logistiikkarobottien tarvitsemassa laajuudessa ja muodossa. Säädöstavoitteena tähän riittää se, että valtion ja kuntien omat käytännöt ja valtion laitosten käytännöt siirtyvät uuteen osoitetapaan. Logistiikkakoulutus tulisi saattaa odotettavissa olevaan robottiaikaan. Tämä koskee niin suunnittelun, johtamisen kuin operatiivisen tason kausi- ja päivittäistehtäviä.</p>		

TYÖ JA ANSAINTA

Oman ja läheisten hyvinvoinnin turvaaminen omaan taipumuksiin sopivaa työtä tekemällä ja säästämällä, sekä itselle merkityksellisten asioiden edistäminen

Valtaregiimi: Palkkatyö erikoistumiseen ja vaihdantaan liittyen		Haastajaregiimi: Yhteistyö, omavaraisuus, mikroyrittäminen
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Neuroverkot ja syväoppiminen	100	
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	60	
Kaupallisen alustatyön välittäminen	60	
VR-lasit ja lisätty todellisuus	60	
Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	50	
Tavaroiden 3D-tulostus	35	
Assosiativiset muistit ja hermoverkkoprosessorit	30	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
AI:n tekemä globaali työ	Työn murros saattaa globalisaation vuoksi alueellisesti olla hyvin nopea.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly voi opettaa ja avustaa ihmistä, jonka omat puutteelliset taidot ja tiedot estäisivät työn tekemisen. Tällainen tukiäly helpottaa monien töiden tekemistä.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Elintarvikkeiden pientuotannon lisääntyminen laajentaa omavaraistalouden osuutta.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Työteho paranee keskustelevien koneiden avulla.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	Kauko-ohjaus, etäopastus ja etäviide muuttuvat kaikki mielekkäiksi työtehtäviksi VR/AR-lasien avulla. Alustat varmistavat yhteensopivuuden lasien ja sisällön välillä.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Vesiliikenteen robotisointi lisää kauko-ohjauksen ja etävalvonnan tehtäviä.	10,0
Hyperloop ja muu tunneliteknikka	Työssäkäynti- ja asiointialueen laajeneminen kasvattaa erikoistumista ja lisää ansaintamahdollisuuksia.	9,6
Itseorganisointuvuus ja parviäly	Ihmisen työ muuttuu pelilliseksi ja omalla tavallaan vastuullisemmaksi.	7,8
Globaali langaton laajakaista	Globaali nopea verkko edistää globaalin etätöiden mahdollisuuksia.	7,2
Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	Soluviljely, sisäviljely ja elintarvikkeiden 3D-tulostus edistävät omavaraistaloutta.	6,5
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	Koneellinen simultaanitulkkaus avaa sekä lähi- että etätöiden mahdollisuuden omasta kielitaidosta riippumatta.	6,4
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Suurin työn teettämiseen liittyvä muutos syntyy alustatalouden kasvusta. Omavaraistalouden ja talkootyön kasvu ovat myös suuria muutostekijöitä, joiden piiriin tulevia ammatteja syntyy. Esimerkkejä uusista ammateista ovat mm. alustatilintarkastaja, alustapoliisi, onlinetyö (ennakoija, freelancer, mainekauppias), alustamanageri, viranomaisfasilitoija, lähipalvelunvälittäjä, mikrovakuuttaja, omavaraiskonsultti ja yhteisömanageri.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Muutoksen tärkein säädöstavoite on mikroyrittäjyyden ja alustatyön helpottaminen. Jaettujen resurssien tulo- ja kululaskentaan tulisi kehittää yksinkertaisia sääntöjä. Osuuskuntatyyppisen toiminnan esteitä ja alisteisuutta markkinataloudelle tulisi purkaa ja alustaosuuksuntien kehitystä tukea. Työlainsäädäntö tulisi tehdä paikasta riippumattomaksi yhtäältä siten, että etätö olisi valvottavissa ja toisaalta siten, että työt eivät tarpeettomasti vaatisi fyysistä läsnäoloa. Jakamistalouden transaktiot tulisi normittaa ja modernin omavaraistalouden tutkimusta lisätä.		

TYÖN KORVAUS KONEILLA

Ihmistyön hyväksyttävä ja kustannustehokas korvaaminen helppokäyttöisillä, toimintavarmilla, ja laadukasta tulosta tekevilla koneilla

Valtaregiiimi: Keskitetty, konevoimaan ja ihmisälyyn perustuva		Haastajaregiiimi: Hajautettu, koneälyyn ja joukkoistukseen perustuva
Haastajaregiiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Neuroverkot ja syväoppiminen	100	
Kuvantaminen ja paikannus	70	
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	50	
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	50	
Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	50	
Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	40	
Laskentatehon radikaali kasvu	40	
Herkät robottisormet ja -kätet	40	
Haastajaregiiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohko-ketju	Lohkoketjupohjaiset transaktiot on helpompi automatisoida kuin viranomaisasiointi.	13,8
MyData & GDPR	GDPR nykymuodossaan estää tekoälyn järkevää käyttöä palveluissa.	13,0
Biotekninen liha ja liihaimitaatiot	Soluviljelmät on helpompi robotisoida kuin karjatalous ja teurastus.	12,1
AI:n tekemä globaali työ	Globaali AI oppii hyvin laajasta aineistosta ja kykenee jakamaan oppimisen kustannukset hyvin suuren käyttäjäjoukon kesken.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolasarit	Itsenäiset koneet, kuten robotti-imuri ja rikkaruohojen kitkin, voivat tutkia ympäristöään la- sertekniikoilla ja suorittaa operaatioita laserin tai hiukkaskiihdyttimen säteen avulla.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Monipuoliset ja tilanteiden sekä tarpeiden mukaan vaihteleva työ koneen suorittamana edel- lyttää joko ihmisen jatkuvaan läsnäoloon tai oppivaa tekoälyä.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robotti- viljely	LED-viljely helpottaa elintarviketuotannon robotisaatiota.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Monet palvelutehtävät voidaan siirtää koneille, kun koneiden kyky keskustella asiasta on riit- tävää. Kone pyytää ihmisen apuun tarvittaessa.	10,0
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Koneet kykenevät erottelemaan raaka-aineita tavalla, johon ihminen ei taloudellisesti pysty. Koneiden työllä saadaan merkittävää lisäarvoa aikaan.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Merentutkimus- ja puhdistustehtäviä sekä vesiliikenteen kuljetustehtäviä automatisoitaessa monet työt voidaan hoitaa nykyistä tehokkaammin.	10,0
Itseorganisointuvuus ja parviäly	Itseorganisoidut ohjausrakenteet korvaavat esimiestyötä, kun ne koordinoivat tekijöitä kohteisiin näiden läheisyyden, taitojen ja mieltymysten mukaan.	7,8
Globaali langaton laajakaista	Koneiden on oltava nopeassa tietoliikennenyhteydessä, latenssin on oltava alhainen ja verkon on oltava yleisen standardin mukainen, jotta koneiden työ on sujuvaa.	7,2
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Robotit eivät yksinomaan vähennä työtä korvattaessa vanhaa. Niiden kehittäminen, hallinnointi ja kunnossapito työllistävät, kuten myös markkinointi, kouluttaminen ja niiden mahdollistamien palveluiden järjestäminen. Robottien avulla monet palvelut saadaan myös niin edullisiksi, että hintajouston alu- eilla työn määrä lisääntyy kokonaisuudessaan. Robotit myös aiheuttavat haittoja ja vaaroja, joiden torjuminen lisää ihmisten työtä. Nopeasti kasvavia ja uusia ammatteja tulevat olemaan esimerkiksi robottiturvallisuuden tarkastaja, robottivakuutusarvioija, robottikenttähuoltaja, robottityönjohtaja, robotti- kouluttaja, robottityön suunnittelija, robottien energiahuoltaja ja robottisiirtäjä. Uudet työt liittyvät pääosin robottien tekemän työn mahdollistamiseen ja sen haittojen minimointiin.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Säädöksiksi tulisi pyrkiä robottien työn helppoon saatavuuteen mahdollisimman monien ihmisten avuksi. Robottien käyttöönottoa tulisi nopeuttaa julkishal- linnon innovatiivisten hankintojen tarjoamien referenssien avulla. Robottien liikkumiseen ja niiden tekemään työhön liittyvä vastuutus tulisi selkiyttää. Tässä valmistajan, opettajan, omistajan ja tilaajan vastuu ovat toistaiseksi rajoitetaan epäselvät. Robottien häirintä tulisi kriminalisoida. Roboteille tulisi sallia oikeus valvoa ympäristöään ja robottien valvontaa tulisi selvittää erityisesti julkisessa ympäristössä autonomisesti liikkuvien robottien osalta. Robottien ja muun tekoälyn suhde tietosuoja-asetukseen (GDPR) tulisi selvittää pikaisesti. Tulkinassa tulisi pyrkiä ratkaisuun, joka mahdollisimman vähän haittaa robottien helppoa käytettävyyttä yksilöiden apuna. Robottien liikkumiseen ja käyttöön liittyvä ja sitä tukeva tietopohja tulisi asettaa samaan asemaan fyysisen infra- struktuurin kanssa.		

RAVINTO

Energian ja tarpeellisten ravinto- ja hivenaineiden saanti terveellisellä ja nautinnollisella tavalla, edullisesti ja varmasti.

Valtaregiimi: Maanviljelys, elintarviketeollisuus, jakelu		Haastajaregiimi: Kaupunkiviljely, robottilähikeittiö
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	140	
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	120	
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	100	
LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka	60	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
Materiaalitutka - hyperpektrikamera	50	
Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	50	
Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	50	
GMO-tuotetut aineet ja elimet	40	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Elintarvikkeiden ketju raaka-aineista kuluttajatuotteisiin voidaan yksittäisen tuotteen kotiin toimituksen tasolle asti kirjata lohkoketjuun.	13,8
MyData & GDPR	Oman perimän, mikrobiomen ja ravinnon tietojen yhdistely mahdollistaa elintapasuositusten kehittämisen yksilöllisellä tasolla ja monen toimijan toimesta.	13,0
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	Lihakarjan kasvatus aiheuttaa merkittäviä haittoja ja on tehontonta. Sen korvaaminen hyvälaatuksella bioteknisellä tai viljelyllä proteiinilla olisi suuri saavutus.	12,1
AI:n tekemä globaali työ	Robottikokoin AI voi olla globaali, kuten myös alusta, jolta ruoka-annos tilataan.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	Ravinnon säteilytys on säilöntäkeino.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Robottikokoin ohjaus ja oppiminen, yksilöllisen ravitsemuksen suunnittelu, kasvuolosuhteiden optimointi.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Elintarviketeollisuuden mahdollinen transformaatio syklisestä maataloudesta jatkuvaan ja tarpeen mukaiseen hajautettuun kaupunki- ja tehdasviljelyyn.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelut ja kirjalliset robotit	Keskustelu ruoasta robottikeittiön kanssa on helpompaa kuin valikoiden käyttö.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	Etäkokki voi VR-lasien avulla osallistua vaativiin työvaiheisiin olettaen, että etäkokki ja robottikeittiö toimivat samalla alustalla.	10,0
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Erotustekniikka vaikuttaa kasvien ja lihan viljelyyn tarvittaviin raaka-aineisiin ja saattaa vaikuttaa ruoan valmistukseen. Kiertotalous vaikuttaa ravinteiden saantiin.	10,0
Solun metabolia, mikrobiome ja geneetiikka	Soluaineenvaihdunnan ymmärrys ja mikrobiomen tuntemus auttavat suunnittelemaan yksilöllisen ravinnon. Myös perinnölliset taipumukset voidaan ottaa huomioon.	9,0
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Merkittävin ammatteja muuttava asia on ravinnon yksilöllistyminen ja lähikasvatus. Nousevia uusia ammatteja ovat uudessa toimintamallissa biotuotetehdassuunnittelija, kaupunkiviljelijä, lajike ja ravinneoptimoija, bioraaka-aineloggistikko, jäljitettävyysvastaava, elintarviketutkimusasiamies, sisäviljelmätarvikekauppias ja -asentaja, nutrigenomiikkakonsultti, aineenvaihdunta-analyttikko, ruoka-designer, robottikokiteknikko, robottiravintoloitsija, virtuaaliravintoloitsija, ruokapalveluvalustavastaava, etäkokki, kypsytyskatalaattorit, keinoliikakasvatustaja ja elintarviketutkimusasiamies. Uudet tehtävät poikkeavat olennaisesti nykyisistä ravintoterapeutin, maanviljelijän, torikauppiaan ja ravintoloitsijan tehtävistä, ja tehtävien määrä lisääntyy näihin verrattuna, mutta vastaavasti vähenee nykyisen elintarviketutkimuksen tehtävistä.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Led-viljelyn, bioteknisen kasvatuksen ja nutrigenomiikan tutkimusta ja opetusta tulisi laajentaa merkittävästi. Viranomaisohjeistus sekä sisäviljelyyn käytettyjen rakennusten kunnon, että elintarvikkeiden laadun varmistamiseksi on tarpeen. Keinotekoinen viljelty liha on määriteltävä kasvikseksi. GMO-ruoka tulisi sallia nykyistä helpommin erityisesti sisäviljelyssä. Led-viljely tulisi säätää muun viljelyn kanssa tukineutraaliksi ja suosia sitä huoltovarmuussysteistä varastointitarpeen keventymisen vuoksi. Pientuotannon esteitä ja rasitteita tulisi karsia alustatalouden keinoin synnyttämällä esimerkiksi julkisia robotisoitua logistiikkaa hyödyntäviä digitaalisia kauppapaikkoja sekä saattamalla pientuotanto enemmän kotitalouden oman ruokatuotannon kanssa verrannolliseksi. Robotihteiskeitteiden kokeilutoiminta tulisi käynnistää. Toiminnalle tulisi luoda roolit ja vastuurajat sekä valmistella kaavamääräyksiä robottihteiskeitteitä varten.		

TAVAROIDEN VALMISTUS

Fyysisten tavaroiden ja laitteiden saanti ja valmistus saatavilla olevista raaka-aineista toimivasti, helposti, kustannustehokkaasti ja laadukkaasti

Valtaregiimi: Teollinen, keskitetty, toistainen valmistus		Haastajaregiimi: Robotisoitu, hajautettu, yksilöllinen valmistus
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Tavaroiden 3D-tulostus	140	
Aurinkosähkön nopea kehitys	70	
Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	60	
Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	40	
Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	35	
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	30	
Robottiekosysteemien rajapinnat	30	
VR-lasit ja lisätty todellisuus	30	
Robottiräätäli	30	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Yksilöllisten tavaroiden valmistustavat, materiaalit, kaupat, huoltohistoria ja muu elinkaari voidaan kirjata hajautetusti lohkoketjuun ja valvoo yhä helpompia tuoteväärennöksiä.	13,8
MyData & GDPR	Omien mittatietojen ja omiin tavariin liittyvien tietojen saaminen palveluntarjoajalta itselle vähentää toistuvan mittaamisen tarvetta ja siihen liittyviä virheitä.	13,0
AI:n tekemä globaali työ	Tavaroiden globaalit mallit ja verkkokaupan myyntialusta voivat syntyä globaalisti. Jos asiakas käy tulostuspisteessä, voi palvelurobotilla ohjata globaali AI.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	Osa 3D-tulostimista käyttää laseria materiaalin kiinnittämiseen sintraamalla. Melko pienitehoisiakin lasereita käytetään materiaalin leikkaamiseen ja hitsaamiseen.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly on tarpeen erityisesti asusteiden robottivalmistukseen kuuluvassa kankaiden käsittelyssä ja yksilöllisessä tuotannossa sekä tuotannon kunnossapidossa.	11,4
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	VR-lasien avulla etäestari voi osallistua vaikeimpiin käsityötä vaativiin työvaiheisiin. Rajapintojen vakioituminen tekee käytännöstä yleisempää.	10,0
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Kiertotalouden idea vaikuttaa tavaroiden raaka-aineisiin. Kierrätysmateriaalit ovat yhä olennaisempi osa tavaroiden raaka-aineita.	10,0
Itseohjautuvuus ja parviäly	Tavarat voivat kasvaa muotoonsa tai mikrobit voivat ne kasvattaa. Kasvua ja korjautuvuutta voidaan ohjata DNA:n ja epigenetiikan tavoin. (Tutkimuksellista)	7,8
Uudet tavarant/aineen manipulointitavat	Uudet tavaroiden ja aineen manipulointitavat mahdollistavat miniatyrisoitujen koneiden kokoonpanon ja monet muut uudet joustavat valmistusprosessit ilman liukuhihnaa.	7,8
Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	Biomateriaalien 3D-tulostuksen avulla voidaan viljellystä solukosta valmistaa tavaroita, jotka muistuttavat luonnollisia vastineitaan.	6,5
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
<p>Lähivalmistuksen lisääntyessä monet Suomesta lähes kadonneet toimialat palaavat takaisin. Tämä voi koskea erityisesti tekstiilialaa. Muilla aloilla ammattien painotukset muuttuvat. Digitalisaatio luo ammatteja, joissa sovellusosaaminen on tärkeää. Digimuotoilija luo, suunnittelee ja tuottaa yksilöllisiä henkilökohtaisia esineitä, kodin tai käyttötarvikkeita asiakkaiden tarpeiden ja toiveiden mukaan, esim. apuvälineitä vanhuksille tai vammautuneille, käyttäjänsä mittojen mukaan tehtyjä ammattityökaluja, yksilöllisiä astioita nuorille pareille jne. Kapea-alaisempiakin ammatteja nousee esiin, kuten 3D-mittaaja, 3D-mallintaja, mallinvalintakonsultti, 3D-tulostaja tai lähivalmistaja, tulosteiden jälkikäsittelijä, tavarastailisti, raaka-ainekonsultti, tavarajohtajia ja robottivalmistuksen tarkastaja.</p> <p>Teollisen regiimin muutokseen liittyvä osaaminen on erityisen puutteellista, koska jokainen ammattikunta ja toimiala katsovat omia tehtäviään nyt totutun rakenteen sisällä, eikä liiketoimintaosaamista ole uusien teknologioiden avaamiin mahdollisuuksiin. Tärkeäksi uudeksi ammatiksi teollisuuteen nousee tuotesulauttaja (Digital Product Integrator), jonka tehtävänä teollisuusyrityksissä on suunnittelun ja tuotannon yhdistäminen esimerkiksi mallipohjaisen määrittelyn (Model Based Definition) avulla saumattomaksi kokonaisuudeksi.</p>		
Muutoksen säädöstavoitteet		
<p>Muutoksen jouduttamiseksi tulisi aikaansaada kymmeniä tuhansia julkisia, vapaista malleista tavallisimmista arkisista tavaroista paikallisten tulostuspalveluiden vapaaseen käyttöön. Oppilaitokset voisivat tuottaa ja tarkistaa nämä oppilastöinä. Tähän tulisi suhtautua aineettomana infrastruktuurina, kuten vaikkapa yleisradiotoimintaan tai julkiseen opetukseen ja terveydenhuoltoon. Lähivalmistuksen tuoteselosteille tulisi asettaa kohtuulliset vaatimukset, jotka eivät hankaloita toimintaa. Julkisen hallinnon tulisi valmistaa kasvava osa tarvitsemistaan tavaroista itse. Helpoimpien tavaroiden valmistukseen tulisi suhtautua, kuten kopiokoneen käyttöön.</p>		

RAKENNETTU YMPÄRISTÖ

Ihmisten, eläinten, laitteiden ja kasvien toimintaa ja liikkumista varten sijainniltaan ja olosuhteiltaan tarpeenmukaisten tilojen ja väylien suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito ja purkaminen sekä tekninen varustaminen kustannustehokkaasti ja säännöksiä kunnioittaen.

Valtaregiimi:		Haastajaregiimi:	
Perinteinen rakentaminen ja kunnossapito		Rakentamisen ja kunnossapidon robotisaatio	
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi			
Aurinkosähkön nopea kehitys		70	
LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka		60	
Kävelevä robotti ja kävelyavustajat		50	
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä		50	
Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus		50	
Globaali langaton laajakaista		50	
Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit		40	
Kevyet ja lujat tai eristävät materiaalit		40	
Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet		40	
Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus		40	
Uudet robotisoidut palvelut		40	
Hyperloop ja muu tunnelitekniikka		40	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat			
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset		Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Kiinteistöihin ja kunnossapitoon liittyvät transaktiot voidaan kirjata lohkoketjuun.		13,8
MyData & GDPR	Rakennusten käyttötapatieto auttaa kunnossapidon ja energiakulutuksen optimoinnissa.		13,0
Biotekninen liha ja lihairmaatiot	Lihan korvaaminen soluviljelyllä tai kasviproteiineilla vaikuttaisi olennaisesti maatalouden rakennuksiin ja elintarviketeollisuuden ja kaupan tiloihin.		12,1
AI:n tekemä globaali työ	Osa rakentamisen ja kunnossapidon roboteista voi olla globaalin AI:n ohjaamia ja hallinnoimia.		12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Kunnossapitotarpeen valvonta, kunnossapidon ohjaus ja kevyiden, esteettisten rakenteiden suunnittelu sekä retinopastus.		11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robotiviljely	Sisäviljely muuttaa tilojen tarvetta. Peltomaan ja kasvihuoneiden tarve vähenee ja sisätilojen käyttö viljelyssä kasvaa. Sisätilojen kosteuskestävyyden tarve lisääntyy.		10,8
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet			
Uusia ja kasvavia ammatteja tulevat olemaan esimerkiksi yhteisöllisyysuunnittelija, sosiaaliarkkitehti, parkkitilan uudelleensuunnittelija, elinympäristö-analyytikko, tilankäytön valvoja, kiinteistövalvomomestari, rakentajarobottiasentaja ja -ohjaaja, robottirakennusmateriaalisäästäjä, -rakennusmestari, -valvoja ja -arkkitehti, kunnossapitokauko-ohjaaja ja kunnossapitorobottivalmentaja.			
Muutoksen säädöstavoitteet			
Rakenteille ja tiloille tulisi saada yksilölliset tunnistet, joiden avulla niiden sijainti, koostumus ja muut tiedot löytyvät pilvipalvelusta. Rajapinnan tulisi olla avoin ja ylläpidetty koko elinkaaren ajan suunnittelusta purkutoimiin ja purkamisen jälkeisiin jatkotoimiin. Tietojen tulisi olla yleisessä robottiluettavassa muodossa vakioitujen ohjelmistorajapinnan takana. Esteettömyysmääräykset tulisi uudistaa robottiaivusteista liikkumista ja robottien suorittamaa kunnossapitoa silmällä pitäen. Kunnossapitorobottien autonominen liikkuminen julkisilla väylillä ja työ kiinteistöjen alueella tulisi mahdollistaa. Ikkunoihin liittyvät määräykset tulisi muuttaa siten, että luonnolliset ikkunat voidaan korvata näyttöpinnoin. Aurinkopaneelien käyttö pintamateriaaleina tulisi sallia ja sitä rajoittava kaavoitus estää. Sisäviljelyn vaikutukset rakennuksiin tulisi selvittää. Kaavoituksessa tulisi huomioida robottiliikenne palveluna ja sen supistava vaikutus autokantaan sekä mahdollisuus kasvattaa kevytliikennevälineiden käyttöä ja väylästää autoriippuvuuden vähentyessä.			

VAIHDANTA

Omistus- ja käyttöoikeuksien siirto mahdollisimman alhaisin etsimis-, sopimus- ja toimituskustannuksin, luotettavasti, paikallisesti ja joustavasti.

Valtaregiimi: Brändit, fyysiset kauppapaikat, hierarkiat, B2B2C		Haastajaregiimi: Peukut, verkkokauppa, vertaisuus, C2B2C
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Salattu ja anonyymi tietoliikenne	120	
M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	100	
Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	70	
Kaupallisen alustatyön välittäminen	60	
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	60	
Puheentunnistus, puheesiteesi ja tulkkaus	60	
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	50	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	50	
MyData & GDPR	50	
Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	40	
Laskentatehon radikaali kasvu	40	
AI:n tekemä globaali työ	40	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Kaikki oikeudet, sopimukset ja transaktiot voidaan kirjata lohkoketjuun. Erillisiä rekisterinpitäjiä ei tarvita, mikäli lohkoketjua ei kyetä murtamaan.	13,8
MyData & GDPR	Mydata-tiedot voivat olla kauppatavaraa. Toisaalta ne antavat myyjälle mahdollisuuden tarjota jotakin tarpeisiin sopivaa. Datan siirrettävyys tuottaa lisäarvoa.	13,0
AI:n tekemä globaali työ	Vaihdannan alustat voivat kaikki olla globaalien AI:n ohjaamia. Vaihdannan AI-assistentit ja lainan antajat, kirjanpito- ja tilintarkastus-AI voivat kaikki toimia globaalisti.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Varaston ja tuotevalikoiman optimointi, parhaiden tuotteiden ja kohderyhmien etsintä, pörssi-kauppa, ongelmatilanteiden tunnistaminen hyötyvät kaikki tekoälystä.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Elintarvikkeiden kauppa muuttuu tuotannon hajautuessa kaupunkiin.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevalta ja kirjalliset robotit	Käyttäjän henkilökohtainen agentti voi keskustella omistajansa tarpeista ja etsiä verkosta tavaroita ja palveluita. Verbotit/chatbotit voivat hoitaa merkittävän osan kaupasta.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	VR/AR-laseilla voidaan nähdä vaihdon kohteena olevat kappaleet eri puolilta. Lasien avulla voidaan myös istua toisten vieressä ja keskustella. Alustayhteensopivuus tarvitaan.	10,0
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Teolliset symbioosit osoittavat yhden organisaation jätteen olevan toiselle organisaatiolle raaka-ainetta. Vaihdata tehostuu ja kypsy kiertotaloudeksi erotustekniikan kehittyessä.	10,0
Halpa pieni polttokenno ja mikro-turbiini-CHP	Mahdollistaa helpon yksityisen säätövoiman ja jäämisen sähkökaupan ulkopuolelle.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Monet pientoimitukset vesiteitse helpottuvat. Esimerkiksi salakuljetus helpottuu.	10,0
Hyperloop ja muu tunneliteknikka	Helpon fyysisen asiointialueen merkittävä laajeneminen vaikuttaa vaihdantaan.	9,6
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Alustatalous synnyttää merkittävän määrän uusia työtehtäviä. Nousevia tai uusia ammatteja ovat esimerkiksi alustanvalintakonsultti, tekoälyavustajan valmentaja, tekoälyn personalisoija, lähivaihdannan katalysaattori, tavarain identiteettitarkastaja, identiteettimanageri, peukutusmanageri, ammattikehuja, alustalobbare, tekoälyhakuoptimoija, tekoälylobbary ja itsepalvelukioskipäällikkö.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Alustojen asiakkaista keräämien ja tallettamien tietojen siirrettävyys tulee varmistaa. Vertaiskaupan vastuiden osalta tulee huolehtia siitä, että alustan ja myyjän vastuut säilyvät erillisinä ja selvilleottovastuuta pienten toimijoiden välisessä vaihdannassa siirtyy nykyistä enemmän asiakkaalle ja asiakaspalautteen välittämisen osalta alustalle. Vertaiskaupan alustan tulee olla vastuussa transaktioista ja maksetun palvelun toteutumisesta. Peukutusmarkkinoinnin vastuista tulee säätää siten, että huijaukset vaikeutuvat. Tarvitaan esimerkiksi luotettuja riippumattomia arvioitsijoita. Vertaiskaupan ja sen alustojen verotus tulee ottaa tarkasteluun ja pyrkiä joukkoihintojen vahvuusien hyväksikäyttöön pienten toimijoiden edistämiseksi. Lähijakeluinfrastruktuurille tulee säädellä puitteet siten, että toimijoilla on riittävät insentiivit luoda asuinalueiden läheisyyteen kävelytäisyydelle digitaalisesti avuttavat lokarit tavaroiden vaihtamiseksi toista osapuolta tapaamatta. Tämä edellyttää kaavoituksellisia toimia		

HAVAINNOT JA TIETÄMINEN

Luotettavaksi ja uskottavaksi koettu tieto ihmistä henkilökohtaisesti kiinnostavista asioista

Valtaregiimi:		Haastajaregiimi:	
Sertifioituidut tutkimukset, raportit, uutiset		Tekoäly, joukkoistus, yksilön havaintovälineet	
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi			
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	140		
Neuroverkot ja syväoppiminen	100		
Kuvantaminen ja paikannus	70		
Nopeat ja tiheät muistimateriaalit	70		
Materiaalitutka - hyperpekkrikamera	50		
AR&VR-alustat ja sisältästandarit	50		
Biosirut / "Lab on a chip"	40		
Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	40		
Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet	40		
Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	35		
Nelikopterit ja muut lentävät dronet	35		
Puheentunnistus, puheesytteesi ja tulkkaus	30		
Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit	30		
Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	30		
Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	30		
Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	30		
Kvanttietokoneet ja kvanttikommunikaatio	30		
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat			
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus	
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Lohkoketjut ovat luotettavampia globaalisti kuin paikalliset rekisteriviranomaiset.	13,8	
MyData & GDPR	GDPR rajaa voimakkaasti yksilön mahdollisuutta tietää muista ihmisistä jotakin.	13,0	
AI:n tekemä globaali työ	Informaatiota keräävät sensorit ovat aina paikallisia, mutta niiden antamien tietojen tulkinta ja oppiminen voi tapahtua globaalisti.	12,0	
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolasarit	Femtolasereita, DIAL-lasereita, laser-etäisyysmittausta ja hiukkaskiihdyttimiä käytetään hyvin monenlaisten tietojen hankkimiseen sekä läpivalaisun että heijastusten avulla.	12,0	
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoälyn merkitys havaitsemisen apuna on erittäin suuri. Tekoäly saavuttaa monissa tehtävissä asiantuntijan tason ja on maallikolle erittäin suuri apu.	11,4	
Verbot/chatbot - keskustelevalat ja kirjalliset robotit	Tekoälyassistentit ovat erityisen hyödyllisiä, kun ne tuntevat käyttäjänsä tarpeet ja tilanteet ja seuraavat jatkuvasti ympäristöä ja osoittavat tärkeitä huomioita.	10,0	
AR&VR-alustat ja sisältästandarit	VR/AR-lasit tuovat näkyvillemme kaikkien simulaatioiden, IoT-laitteiden, tekoälyn ja materiaalitutkien tiedot ja kirjaviisaudet juuri niiden kohteissa. Alustat vakioivat sisällön.	10,0	
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Erotustekniikoiden avulla saadaan ympäristöstä tietoa.	10,0	
Radikaali vesiliikenne	Autonominen vesiliikenne kasvattaa erityisesti meriltä saatavaa tietoa.	10,0	
Solun metabolia, mikrobiome ja -genetiikka	Ymmärryksen lisääntyminen soluaineenvaihdunnasta ja mikrobiomesta auttaa hankkimaan lisää tietoa elinympäristöstä.	9,0	
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet			
Suurimmat työtä muuttavat ilmiöt ovat mittalaitteiden arkipäiväistyminen, tiedon joukkoistuminen ja tekoäly. Muutoksen seurauksena vahvistuvia ja uusia nousevia ammatteja ovat esimerkiksi Big Data -analyttikko, tiedon mallinnan analyttikko, data-arkkitehti, ristiriitaisen tiedon selvittäjä, tiedonhankinnan joukkoistaja, lähdeanalyttikko, kontekstimallintaja, mittalaitetarkastaja, tekoälykasvattaja, virtuaaliopas, sienestys- ja marjastusetoapas, superkykyvalmentaja, digimateriaalin tuottaja, valheenpaljastaja ja faktantarkastaja.			
Muutoksen säädöstavoitteet			
Kuluttajien valmiuksia vaarojen itsenäiseen tunnistamiseen tulisi lisätä samoin kuin valmiuksia elintarvikkeiden, oman kehon tilan ja ympäristön valvontaan. Viranomaistoimintaa tulisi ohjata tätä havainnointia tukemaan sen sijaan, että reguloidaan ja valvotaan vain keskitettyjä prosesseja. Kiinteistöjen, kuntien ja maatilojen tulisi tuottaa IoT-laitteiden avulla tietoa Big Data -analytiikan sekä kansalaisten ja yritysten paikkatietosovellusten tarpeisiin. Big Datan osalta keräilyvelvoite ja luovutusvelvoite tulisi tarkastella kansalaisten saaman hyödyn näkökulmasta ja suhteessa globaaliin joukkoistukseen. Joukkoistetun tiedon alustojen vastuuttamista esitettyjen tietojen laadun varmistamiseksi tulisi selvittää. Tarkoituksellinen harhaanjohtaminen tosiasioita selkeästi vääristelemällä niin poliittisessa, taloudellisessa, sotilaallisessa kuin uskonnollisessa tarkoituksessa tulisi sanktioida. AI-assistentit tulisi rinnastaa proteeseihin eikä niiden käyttöä saisi voida estää yksityisyyteen tai muihin aineettomiin oikeuksiin vetoamalla.			

TURVALLISUUS

Vapaus ulkopuolisesta uhasta ja mahdollisuus edistää omia tavoitteita tunnettujen, ennakoitavien, varovaisuutta ja oikeudenmukaisuutta tukevien pelisääntöjen puitteissa.

Valtaregiimi: Aineellinen yhteiskunnan turvallisuus, sosiaaliturva		Haastajaregiimi: Hajautettu, yksilöllinen ja joukkoistettu turva
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	100	
Nelikopterit ja muut lentävät dronet	70	
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	70	
Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	60	
Materiaalitutka - hyperpektrikamera	50	
Kuvantaminen ja paikannus	35	
Aurinkosähkön nopea kehitys	35	
Puheentunnistus, puheysteesi ja tulkkaus	30	
Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	30	
LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka	30	
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	30	
Salattu ja anonyymi tietoliikenne	30	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Lohkoketju on verrattain turvallinen nyt, mutta kvanttilaskennan edetessä, nykyiset lohkoketjut voidaan murtaa ja hajautettua järjestelmää on vaikea korjata.	13,8
MyData & GDPR	GDPR haittaa yksilötason turvallisuuden järjestämistä, mutta suojaa yksilön tietoja.	13,0
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	Eläintaudit vähenevät soluviljelyssä, huoltovarmuus kasvaa, kun tuotanto hajautetaan.	12,1
AI:n tekemä globaali työ	Globaali tekoäly on uhka kansalliselle turvallisuudelle, mutta joiltakin osin se saattaa kasvattaa yksittäisen kansalaisen turvallisuutta.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	Laserien avulla saatu tieto lisää turvallisuutta ja laserien avulla toimivat laitteet voivat sekä uhata että turvata ihmisiä. Hiukkaskiihdyttimet voivat tappaa huomaamatta.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly voi tunnistaa turvallisuusongelmia ja opastaa tilannekohtaisesti turvallisiin toimintatapoihin.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Yksilöllinen viljely sekä lisää että vähentää turvallisuutta. Huoltovarmuus kasvaa.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Turvallisuuteen liittyvien haastatteluiden teko ja anomalioiden etsintä helpottuvat verboteilla.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	VR-sisältö voi olla emotionaalisesti vaarallisen voimakasta tai aiheuttaa muita haittoja.	10,0
Halpa pieni polttokenno ja mikro-turbiini-CHP	Valvontalaitteet ja tukiasemat voivat toimia polttokennon ja polttoainetankin varassa.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Robottialukset poistavat miehistön turvattomuuden ja virheet. Kevyet rungot muuttavat alukset uppoamattomiksi.	10,0
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Uhkien hajautuminen ja monimutkaistuminen synnyttävät runsaasti uudentyyppisiä tehtäviä ja osaamisvaatimuksia. Nousevia ja uusia ammatteja turvallisuuteen liittyen ovat esimerkiksi pilviturvapalvelukonsultti, kyberturvakonsultti, kotitalouden turva-asentaja, turvallisuustalonmies, omavaraisu suunnittelija, henkilöturva-etävalvoja, kyberturvapoliisi, manipulointietsivä ja valhemedian torjuja. Myös kansainvälisten kriisien vaikutusten arvioijia ja riskianalytikkoja tarvitaan jatkossa enemmän.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Muutosta voidaan edistää monin toimenpitein. Vertaisturvatietoalustoja tulisi katalysoida ja niille luoda puitteet. Viranomaisen tulisi auttaa toiminnan synnymisessä. Kyberturvatoimintaan tulisi kehittää valmiuksia ja viranomaisen tulisi tukea kotitalouksia sekä kyberturvan että valhemedian torjunnassa. Henkilöturvakamerat tulisi sallia ja näihin liittyvä tekoäly tulisi selkeästi lukea EU:n tietosuojasetuksen (GDPR) ulkopuolelle. Superaistien alustojen rooli tulisi selvittää ja tutkia painotuksen siirtämistä kuluttajan itsensä suorittamaan valvontaan. Virtuaalimaailmassa tapahtuvat uhkaukset ja ahdistelu tulisi tarkistaa ja varmistaa ihmisten mahdollisuus liikkua julkisilla virtuaalitoreilla turvallisesti.		

ETÄVAIKUTTAMINEN

Vaivaton, turvallinen ja osallisuuden mahdollistava asioihin ja tapahtumiin vaikuttaminen paikoissa, joissa vaikuttaja itse ei ole.

Valtaregiimi: Puhelin, televisio, internet, some		Haastajaregiimi: VR/AR, etäiset [etäläsnäolon mahdollistavat robotit ja laitteet] ja muu kauko-ohjaus
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Kaupallisen alustatyön välittäminen	120	
AI:n tekemä globaali työ	80	
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	50	
Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	50	
Uudet robotisoidut palvelut	40	
Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	40	
Kuvantaminen ja paikannus	35	
Salattu ja anonyymi tietoliikenne	30	
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	30	
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	30	
Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	30	
Avaruuden helpompi saavuttaminen	30	
VR-lasit ja lisätty todellisuus	30	
Fyysinen etäistyö ja AI:n johtama työ	30	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Mikäli sopimuksen tai transaktion varmentamiseen ei käytetä paikallisen lain mukaista rekisteriviranomaista tai panttaajaa vaan lohkoketjua, helpottuu etävaikuttaminen.	13,8
MyData & GDPR	GDPR moderoi etävaikutuksia, mutta luo samalla käytäntöjä tietojen siirrettävyyteen, jotka käytännöt mahdollistavat entistä laajemmin etävaikuttamisen.	13,0
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	Soluviljelyllä lihan käyttö ravinnoksi kasvattaa etävaikuttamisen mahdollisuuksia elintarviketuotannossa lihan 3D-tulostuksen ja biosuunnittelun kautta.	12,1
AI:n tekemä globaali työ	Kaikki etävaikuttaminen voi periaatteessa tapahtua globaalin AI:n toimesta.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolasarit	Kauko-ohjattavat laitteet voivat tutkia ympäristöään lasertekniikoilla.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly on etäisissä hyödyllinen apu, kuten muussakin etävaikuttamisessa.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Viljelyä voidaan kauko-ohjata ja kokonaistoiminnallisuus robottiviljelyyn toimittaa globaalisti.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Verboteille/chatboteille voidaan antaa tehtäviä ja ne voivat osallistua lukemattomiin verkkokeskusteluihin oppien ja kopioiden vaikuttavimpia argumentteja.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	VR-laseja käytetään kauko-ohjaamiseen. AR-lasien käyttäjään voidaan vaikuttaa laittamalla hänen näkökenttäänsä hologrammeja. Alusta takaa yhteensopivuuden.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Kauko-ohjattavat ja itseksään liikkuvat vesialukset tarjoavat selkeän mahdollisuuden etävaikuttaa asioihin ja tapahtumiin.	10,0
Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	Julkisen avaimen salauksen murtaminen avaa suuria vaikutusmahdollisuuksia. Kvanttikommunikaatio tarjoaa luotettavia kaikilta toimijoilta salattuja kanavia.	8,2
Globaali langaton laajakaista	Etävaikuttaminen edellyttää tietoliikennestandardeja. Robottien kautta vaikuttaminen edellyttää alhaista latenssia ja suurta nopeutta sekä yleisiä tietoliikennerajapintoja.	7,2
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Fyysisen työn mahdollistuminen ilman matka-aikoa lisää sellaisten palveluiden kysyntää, joissa asiantuntija suorittaa etäisen avulla pyydetyn tehtävän. Etäläsnäolon mahdollistavien asiointipalveluiden liittyvät säädökset tulisi tarkistaa. Itsenäisen robotin ja osittain autonomisen tai kokonaan ohjatun etäisen sekä kauko-ohjaajan vastuutus tulisi selvittää ja selkiyttää. Etäisläsnäolo tulisi mahdollisimman monissa tapauksissa rinnastaa fyysiseen läsnäoloon. Tällä periaatteella on vaikutuksia lukuisiin säädöksiin ja niiden täytäntöönpanoon. Esimerkkinä mainittakoon tekijänoikeudet, jossa yksityistilaisuuden käsite tulisi ulottaa yksityisluonteiseen etäläsnäoloon. Tekoälyn ja sosiaalisen median kautta tapahtuva yksilöllistetty joukkoviestintä tulisi reguloida tavalla, joka estää tarkoituksellisen laajan manipuloinnin vääran tiedon avulla.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Etäissaapuminen julkisiin palveluihin tulisi mahdollistaa. Kunnossapito ja valvonta tulisi toteuttaa etäisten avulla aina, kun se on tarkoituksenmukaista ja kokeiluihin tulisi ryhtyä nopeasti. Näihin toimintatapoihin liittyvät säädökset tulisi tarkistaa. Itsenäisen robotin ja osittain autonomisen tai kokonaan ohjatun etäisen sekä kauko-ohjaajan vastuutus tulisi selvittää ja selkiyttää. Etäisläsnäolo tulisi mahdollisimman monissa tapauksissa rinnastaa fyysiseen läsnäoloon. Tällä periaatteella on vaikutuksia lukuisiin säädöksiin ja niiden täytäntöönpanoon. Esimerkkinä mainittakoon tekijänoikeudet, jossa yksityistilaisuuden käsite tulisi ulottaa yksityisluonteiseen etäläsnäoloon. Tekoälyn ja sosiaalisen median kautta tapahtuva yksilöllistetty joukkoviestintä tulisi reguloida tavalla, joka estää tarkoituksellisen laajan manipuloinnin vääran tiedon avulla.		

TARKOITUKSELLISUUS

Oman olemisen ja tekemisen kokeminen mielekkäänä, tyypillisesti itsensä toteuttamisen, muiden palvelemisen tai suurempaan tarinaan tai missioon liittymisen kautta

Valtaregiimi:		Haastajaregiimi:	
Työ, asema, sosiaalinen verkosto		Aikaansaannokset, peukut, osallisuus, yhteisöllisyys	
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi			
VR-lasit ja lisätty todellisuus	60		
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	50		
Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	40		
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	35		
Nopeat ja tiheät muistimateriaalit	35		
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	30		
Kaupallisen alustatyön välittäminen	30		
Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	30		
Dementian ehkäisy ja hoito	30		
LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka	30		
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	30		
Radikaali eliniän pidentäminen	30		
Neuroverkot ja syväoppiminen	25		
Globaali langaton laajakaista	25		
Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	25		
Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	25		
Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	25		
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat			
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus	
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	Eläinsuojelu on hyvin monille tärkeä ja merkityksellinen tavoite.	12,1	
AI:n tekemä globaali työ	Globaali tekoäly voi vaikuttaa tarkoituksellisuuteen monella ennakoimattomalla tavalla.	12,0	
Neuroverkot ja syväoppiminen	Oppivat koneet voivat olla yksi elämän tarkoituksista ja edustaa omien ajatusten jatkuvuutta tai meemien kehitystä kanssaihminen ja eläinten auttamisen sijaan.	11,4	
LED-viljely, kaupunkiviljely, robotti-viljely	Mikään ei ole niin tärkeää kuin puutarhanhoito - merkityksellisyys kasvaa.	10,8	
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Ihminen kokee keskustelun merkityksellisenä ja tarkoituksellisenakin. Puhuva kone on kirjaa intensiivisempi keskustelutoveri ja voi vahvistaa tarkoituksellisuuden tunnetta.	10,0	
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Kestävä kehitys on tärkeä pyrkimys ja jatkuvuus yksi tarkoituksellisen elämän peruskivistä.	10,0	
Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	Työssäkäynti- ja asiointialueen kasvu kasvattaa mahdollisuuksia merkityksellisen tuntuisten yhteisöjen synnylle ja niihin mukaan pääsemiselle.	9,6	
Kvanttitietokoneet ja kvanttikomunikaatio	Monista luottamukseen liittyvistä turbulensseista johtuen usko elämän tarkoituksellisuuteen horjuu monilla. Multiverse-ajatus tekee filosofisella tasolla valinnat turhiksi.	8,2	
Globaali langaton laajakaista	VR/AR-maailman hyväntasoinen läsnäolo voi lisätä tarkoituksellisuuden tunnetta.	7,2	
Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	Aikuisen ihmisen perimän muuntelu nostaa ihmisen omaksi luojakseen ja niille, joille elämä on performanssi, tulee uusia työkaluja käyttöönsä.	7,0	
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet			
Uusia ja nousevia ammatteja ovat esimerkiksi arvokonsultti, merkityksellisyysmuotoilija, pelillistäjä, omavarauskonsulentti, omavaraistarvikekauppias, elämänhallintaopas, virtuaalinelinympäristön kehittäjä, koheesiomanageri, tarpeenetsijä, logoterapeutti, hahmoterapeutti, heimopäällikkö, AI-kavereiden paimen, e-urheilumanageri, kohinanpoistaja, AI-tietoisuusasentaja.			
Muutoksen säädöstavoitteet			
Tarkoituksellisuuden lisääntymistä edistää pienen ekonomin esteiden poisto. Käytännössä tämä tarkoittaa byrokratian aiheuttaman kuorman vähentämistä erityisesti pieniltä toimijoilta. Uudet merkitysyhteisöansiot tulisi tunnustaa geneerisesti, kun nyt julkisesti korostetaan ainoastaan perinteisiä toimintamuotoja. Päätösvaltaa tulisi delegoida fyysiseltä paikallistasolta ja valtiolta asiayhteisöille. Omavaraistalous tulisi mahdollistaa yhteisötasolla ainakin tuotannon, energian, opetuksen ja elintarvikkeiden osalta. Kehityksen ja kokeilujen esteitä tulisi purkaa. Haitallisten ismien ja tuhoisien aatevirtausten syntyä ennaltaehkäiseviä tai moderoivia säädöstarpeita tulisi selvittää.			

VALTARAKENTEET

Päätösten tuloksekas ja tasa-arvoinen tekeminen yhteistyössä, julkisessa toiminnassa.

Valtaregiiimi: Alueellinen valtarakenne, läpinäkyvyyden valta		Haastajaregiiimi: Asiapohjainen subsidiariteetti, paikasta riippumattomuus
Haastajaregiiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Neuroverkot ja syväoppiminen	100	
AI:n tekemä globaali työ	80	
Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus	60	
Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	50	
Laskentatehon radikaali kasvu	40	
Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	35	
VR-lasit ja lisätty todellisuus	30	
Kaupallisen alustatyön välittäminen	30	
Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	30	
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	30	
Fyysinen etäistyö ja AI:n johtama työ	30	
Haastajaregiiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Luottamusratkenteet siirtyvät kansallisten toimijoiden ulkopuolelle ja omistajatoimiin rakenteisiin. Valtiolaisen vallankäyttäjän ote saattaa olla löysä ristiriitatilanteissa.	13,8
MyData & GDPR	Ihmiset saavat lisää valtaa heistä itsestään kerättyyn tietoon ja voivat käyttää tietoa maksuvälineenä. Tämä kaventaa alustojen valtaa ja lisää yhteistyön potentiaalia.	13,0
AI:n tekemä globaali työ	Päätöksenteko voi muuttua hyvin haastavaksi, jos lukuisia joukko tekoälypalveluita optimoi kokonaisuutta ja hallitsee yksityiskohtia. Monet päätökset siirtyvät globaalitasolle.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoälyn avulla voidaan nostaa esiin päätöksiin vaikuttavia seikkoja, päätösten taustoja ja arvioida päätösten laatua sekä osoittaa parhaita valintoja suhteessa tavoitteisiin.	11,4
Verbot/chatbot - keskustelevalta ja kirjalliset robotit	Henkilökohtainen tekoälyagentti voi auttaa päättäjää löytämään ja muistamaan päätöksentekoon ja neuvotteluihin tarvittavat asiat ja edistää hallinnon sujuvuutta.	10,0
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Kiertotalouden ymmärtäminen on päätöksenteon olennaisia kysymyksiä. Yleistymisen kasvattaa ymmärrystä. Systeeminen mallinnus auttaa päättäjää.	10,0
Hyperloop ja muu tunneliteknikka	Asiointi- ja työssäkäyntialueiden laajentuminen maakuntarajoista olennaisesti poiketen kasvattaa jännitteitä ja vaikeuttaa hyvien päätösten syntymistä.	9,6
Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	Muutokset tulevat olemaan siten suuria ja "yllätyksellisiä", etteivät päättäjät ole niitä ennakoineet ja vaikutus päätösten osaavuuteen onkin selkeästi negatiivinen.	8,2
Itseorganisointivuus ja parviäly	Käsitys itseorganisointuvista prosesseista ja niiden mallinnus kehittää samalla yhteiskunnallista mallinnusta itseorganisointuvana prosessina.	7,8
Globaali langaton laajakaista	Verkkoinfra päätöksenteko on siirtynyt globaalille tasolle.	7,2
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Päätöksenteon tietojärjestelmät tulevat muuttumaan olennaisesti kansalaisten tietoteknisten valmiuksien, digitalisaation ja tekoälyn vuoksi. Tämä vaikuttaa myös vallan alueelliseen jakaumaan. Uudet ja nousevat ammatit muutoksen seurauksena ovat mm. simulointiasiantuntija, joukkoistuskoodinaattori, tietojen luotettavuusarvioija, onnellisuusoperaattori, uraoperaattori, ekosysteemien kehittäjä, metatiedon yhteensovittaja, tekoälyn luotettavuusvalvoja, hallinnon pelillistäjä, hallintokilpailuttaja, tekoälyhallinnon kohtuullistaja, tekoälyhallinnon tarkastaja, priorisointivaikutusten simuloija, hallintoalusta-kehittäjä ja hallintoalustamoderaattori.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Bruttokansantuotteesta tulisi siirtyä resurssitasepohjaiseen laskentaan. Ulkoishaittojen huomiointia tulisi kehittää. Markkinatoimijoille soveltuvien ja soveltumattomien asioiden tarkastelu tulisi tehdä systemaattisesti siihen tarkoitettun transaktiokustannusteorian pohjalta etupiirijähtelyn sijaan. Yhteiskunnan myöntämien privilegioiden perusteella toimivilta organisaatioilta tulisi vaatia nykyistä suurempaa läpinäkyvyyttä ja yhteiskuntavastuuta. Hallinnon subsidiariteettiperusteen aihepuhujaisuutta tulisi selvittää ja kuntien vastuuta edelleen vähentää asioissa, joissa etäisyyksillä ei ole suurta merkitystä. Hallintoalustojen kehitys tulisi vastuuttaa ja tekoälyhallinnolle tulisi luoda puitteet. Vaihtoehtoisten hallintojen demokratia tulisi valmistella. Suurten virastojen johtamisjärjestelmää tulee tarkastella vaihtoehtoina poliittisesti valittu virastohallitus tai vaaleilla valittu johto. Päätösperusteet ja niiden simulointi on tehtävä läpinäkyväksi ja kansalaisille on tuotettava avoimia simulointimalleja.		

ELÄMYKSET

Eri yhteyksissä tarkoituksella tuotetut tunne-elämykset, oivaltamisen ilo sekä yhteiset kokemukset

Valtaregiimi:		Haastajaregiimi:
Tuottaja-kuluttajapainotus, massaviihde, turismi		Pelit, jaettu VR-todellisuus, AR, vuorovaikutus, AI
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	70	
VR-lasit ja lisätty todellisuus	60	
Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	60	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	50	
Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	50	
IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit	50	
Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	40	
Digitaide- ja digielämysalustat	40	
Laskentatehon radikaali kasvu	40	
Uudet robotisoidut palvelut	40	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
MyData & GDPR	Mielymykset tallentuvat elämysalustoille, joista ne voi siirtää GDPR:n määrittelemiin ehdoin muille alustoille.	13,0
Biotekninen liha ja lihamitaatiot	Soluviljelty liha voi olla hyvinkin eksoottista sekä geneettisesti että tekstuuriltaan.	12,1
AI:n tekemä globaali työ	Globaali tekoäly kykenee värittämään elämykset kulttuurisesti ja paikallisesti. Elämysteollisuus tulee olemaan merkittävässä määrin globaalia tekoälyn työtä.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	Femtolasereilla kyetään luomaan 3D-kuvia ilmaan. Lasereilla saadaan valotaidetta.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoälyn avulla voidaan tuottaa taide-elämyksiä, seurallisia tietokoneita, roolihaamoja, luonnonmukaisia ja tunnepitoisia maisemia ja avustaa viihteen tuottamisessa.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottilviljely	Yksilöllinen puutarha ja mahdollinen GMO-tuotanto voivat aikaansaada elämyksiä.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Keskusteleva ja oppiva tekoälylelu on elämys. Pelaajaansa yksilöllisesti reagoiva peli on elämys. Pelissä ei jatkossa enää tiedä, kuka kanssapelaajista on ihminen.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	AR/VR-alusta on tärkeä sisältötuotannon kannalta, jotta markkina olisi riittävä ja kehitystyö kannattavaa. Alustakehitys mahdollistaa hyvälaatuisen sisällön.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Foiling on elämyksellinen tapa vesillä liikkumiseen sen kaikissa muodoissa. Robotisaatio helpottaa ja monipuolistaa vesiliikkuamista monin tavoin.	10,0
Hyperloop ja muu tunneliteknikka	Nopea siirtyminen paikasta toiseen lisää elämysmatkailua ja lienee itsessään elämys.	9,6
Itseorganisointuvuus ja parviäly	Itseorganisoidun ja emergenssiin johtavan toiminnan seuraaminen on elämys.	7,8
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
<p>On ilmeistä, että uusi teknologia avaa elämyksille valtavia mahdollisuuksia. Nousevia ja uusia ammatteja ovat mm. paikatietoekspertti, virtuaalipalvelumanageri, virtuaalietäopas, virtuaalisuistaja, seurapeliavustaja, e-urheiluvälmentaja, e-urheilija, elämysopas, tosi-VR-tähti, VR-pahtumakoordinaattori, VR-terapeutti, verkkopelivälmentaja, AR/VR-haptiikkapuvustaja ja haptiikkahuoltaja.</p> <p>Concierge -palvelut leviävät arjen hedonismiin emmekä vältty seksirobottien parittajilta. Virtuaalimatkojen virkailija, sijaismatkustaja, elämysstimuloija ja elämyskehittäjä nousevat uusina ammatteina. Yrityksissä työskentelyä ja asiakaskokemuksia kehittämään tarvitaan elämyksellistäjä. Robotisaation avulla käsityöläiset palaavat merkittäväksi ammattiryhmäksi ohjaamaan koneita yksilölliseen tuotantoon ja viimeistelemään näitä työkalujen tuottamia ”käsityöitä”.</p>		
Muutoksen säädöstavoitteet		
<p>Virtuaalitodellisuuden ja laajennetun todellisuuden ilmiöt tulisi säädellä yksityisenä ja julkisena tilana ja huomioida tekijänoikeuslaissa. Poliisin oikeus päästä VR-tiloihin tulisi myös selvittää ja määritellä tämän jaon perusteella. Tekoälyn vastuuttamiseksi tulisi luoda puitteet ja käytännöt, joiden avulla tekoälyn yksilöön olennaisesti vaikuttavat tekemiset voidaan tarvittavilta osin nauhoittaa. Yksilöllisesti tuotetut voimakkaat elämykset saattavat aiheuttaa ihmiselle vakavia seurauksia ja tämän alueen potentiaaliset haitat on selvitettävä laajasti sekä tahallisen vaikuttamisen että huumaiden kaltaisen käytön osalta. AR-opasteiden ja mainonnan erotettavuus tulee tarkastella, kuten myös alitajuinen ja manipuloiva vaikuttaminen elämyksen osana.</p>		

TERVEYS

Ihminen eläminen terveenä, säilyttäen kehon sekä mielen toimivana, hyvinvoivana ja kauniina mahdollisimman pitkään

Valtaregiimi: Terveystieteiden järjestelmä, yleiset suositukset		Haastajaregiimi: Itsediagnostiikka, pelillistäminen, yksilöllinen ravinto
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Kuluttajahintaiset kehon analyysit	100	
Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	80	
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	70	
Radikaali eliniän pidentäminen	60	
Dementian ehkäisy ja hoito	60	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
Materiaalitutka - hyperpektikamera	50	
Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	50	
AI:n tekemä globaali työ	40	
Nanohiukkaset ja mikrobotit elimistössä	40	
Elektroniikan ja biologian kyborgit	30	
Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit	30	
Elintien korjaaminen ja soluviljely	25	
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	25	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
MyData & GDPR	Terveystietojen siirtäminen mahdollistaa vaihtoehtoiset mallit.	13,0
Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	Soluviljelmät voidaan ohjelmoida tuottamaan yksilöllistä ravintoa tarpeen mukaan.	12,1
AI:n tekemä globaali työ	Ihminen on sama kaikkialla ja diagnostiikka voi olla sama, kuten myös elintapavalmennus.	12,0
Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	Pienet hiukkaskiihdyttimet, THz-aaltoalueen femtolaserit yms. Mahdollistavat kehon tutkimisen ja mahdollisten häiriöiden varhaisen havaitsemisen.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly kykenee valvomaan varhaisia oireita, diagnosoimaan sairauksia, neuvomaan terveellisissä elintavoissa ja kannustamaan niihin.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Yksilöllisen tarpeen mukaisen tuotannon lisääminen ja tuoreuden paraneminen lähivalmistuksen avulla parantaa ruoan terveysvaikutuksia.	10,8
Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	Keskusteleva (emotionaalinen) kone voi vaikuttaa terveyteen myönteisesti.	10,0
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Erotustekniikat voivat mahdollistaa epäterveellisten aineiden suodattamisen ravinnon lisäksi myös verenkierrasta.	10,0
Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	Soluaineenvaihdunnan ja mikrobiomen sekä perimän ymmärrys ovat välttämättömiä, kun yksilöllisesti epäterveitä elämäntapoja vältetään ja ravinto suunnitellaan yksilölliseksi.	9,0
Kuluneuvojen uudet voimanlähteet	Polttoainemallit kasvattavat hengitysilman epäterveellisiä pienhiukkaspitoisuuksia.	7,8
Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	Aikuisten ihmisten perimää voidaan korjata. GMO-ravinnosta voidaan tehdä yksilöllisellä tasolla luonnollista terveellisempää.	7,0
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Terveys on ihmiselle elintärkeä asia ja ihmiset voivat käyttää siihen nykyistä suuremman osan resursseistaan, mikäli vaikuttavuus on selkeä. Yksilöllinen terveydenhuolto tulee nostamaan esiin lukuisia uusia työtehtäviä. Esimerkkejä nousevista ammateista ovat DNA-analyttikko, mikrobiome-neuvoja, biomarkkeritutkija, itsediagnostiikkavälineiden käyttöä opastava puoskari, itsediagnostiikkavälinehuoltaja, bioturvajuristi (tuomari, valtuutettu, asianajaja), biokonsultti, lääketulostaja, DNA-muokkaaja, aminohappokokki, hyvinvointivalmentaja ja diagnostiikkavalmentaja, itsediagnostiikkatarkastaja, digitera-peutti, implanttiasentaja, digitatuojia, biosalapolisi ja bioriskien kartoittaja.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Lääkäreiden julkisrahoitteiset tietolähteet tulisi saattaa avoimeksi dataksi. Itsediagnostiikan ohjeistusta tulisi kehittää ja itsediagnostiikassa käytettäviä laitteita tulisi testata ja tarkastaa. Väestön DNA-testausta tulisi kehittää ja suosia. Ravintosuosituksia tulisi sitoa tietoon ihmisen perimästä ja tähän tulisi kehittää yhteiskunnan toimesta pelillisiä välineitä. Lääkärin, potilaan ja apteekin vastuurajoja tulisi uudistaa huomioon ottaen itsediagnostiikan kehitys. Laittevalmistajien vastuut tulisi määrittää itsediagnostiikkaan liittyen. Itsediagnostiikkalaitteiden sekä elintapavalmennuksen valvonta ja sertifiointi tulisi järjestää. Kalliiden yksilöllisten hoitojen julkisen rahoituksen priorisointi tulisi suorittaa.		

MATERIAALIT

Tavaranvalmistuksessa, kemianteollisuudessa ja rakentamisessa käytettyjen raaka-aineiden ja materiaalien kustannustehokas saanti mahdollisimman vähäisin haittavaikutuksin ja riittävän laatuina.

Valtaregiimi:		Haastajaregiimi:
Kaivannaiset, energiarikas prosessiteollisuus		Kiertotalous, uusiutuvat materiaalit
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	70	
Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina	60	
Biosirut / "Lab on a chip"	40	
Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu	40	
Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit	40	
Aurinkosähkön nopea kehitys	35	
CO ₂ -talteenotto ja käyttö raaka-aineena	30	
Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu	30	
Avaruuden helpompi saavuttaminen	30	
Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineiksi	25	
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	25	
Materiaalitutka - hyperpektrikamera	25	
Elinten korjaaminen ja soluviljely	25	
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	70	
Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina	60	
Biosirut / "Lab on a chip"	40	
Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu	40	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Materiaalit voidaan kirjata materiaaliierittain lohkoketjuun kierrätystä varten tavalla, joka siirtyy tuotteisiin ja säilyy romutukseen saakka.	13,8
AI:n tekemä globaali työ	Uusien materiaalien suunnittelu voi olla globaali AI-palvelu.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Uusien materiaalien ja niiden tuotannon suunnittelu tekoälyn avulla.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	Raaka-ainetehokkuus paranee suljetussa kierrossa.	10,8
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Jätteiden ja sivuvirtojen käyttö raaka-aineiksi helpottuu uusien erotustekniikoiden myötä.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Robottialusten avulla valtamerten muovijäte voidaan kerätä raaka-aineiksi.	10,0
Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	Akkujen voimakas kysynnän kasvu vaikuttaa harvinaisten metallien kysyntään.	7,8
Itseorganisointivuus ja parviäly	GMO-bakteerien kasvattamat materiaalit.	7,8
Uudet tavarana/aineen manipulointitavat	Uusien raaka-aineiden, erityisesti metamateriaalien kehitys todennäköisesti hyötyy aineiden uudentyyppisistä manipulointitavoista.	7,8
Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	GMO-tekniikat ovat muuttuneet helpoiksi ja tarkoiksi. Ne edesauttavat GMO-pohjaisen materiaaliuotannon kehittämistä.	7,0
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Muutos synnyttää esimerkiksi seuraavia uusia ammatteja: Biomateriaalikasvattaja valmentaa bakteereja ja hiivoja geenimuuntelun avulla tuottamaan uusia materiaaleja ja rakenteita. Nanopintainsinööri ja nanokuituinsinööri suunnittelevat uusia materiaaleja ja niiden valmistustapoja sekä käyttösovelluksia. Nanohillirakenteiden suunnittelija ja MOF-suunnittelija ovat vastaavia materiaaliirakenteiden suunnittelijoita erityistarpeisiin. Materiaalimallintaja on näille ja muille tietoteknisin menetelmin materiaaleja suunnitteleville ammattilaisille yhteisnimitys. Erotustekniikojen ja kierrätystekniikojen määrä kasvaa voimakkaasti ja osaaminen poikkeaa nykyisestä olennaisesti teknisempään suuntaan. Kierrätysstrategian suunnittelija nousee teollisen muotoilijan rinnalle tärkeänä päättäjänä. Raaka-ainetarpeen analyttikko selvittää, mitä raaka-aineita kulloinkin kannattaa käyttää, ja raaka-ainevalikoiman ja valmistustapojen moninaistuuessa sekä yksilöllisen tuotannon lisääntyessä tämä tarve tulee kasvamaan nopeasti.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
GMO-materiaaliuotannon säädöstarve tulee tarkistaa. Betonin ja raudan korvaaminen uusilla rakennusmateriaaleilla tulisi tehdä helpommaksi kehittämällä yhteisiä suosituksia ja hyväksymismenettelyitä. Kaivannaisten hyödyntäminen tulisi nähdä luonnonvaratasetta rasittavana samalla tavalla kuin raaka-aineen varasto-otto vaikuttaa taseseen. Kansantalouden laskelmissa siis tulojen rinnalle niitä vähentävänä eränä tulisi kirjata olemassa olevan varannon väheneminen ja ulkoishaitat sekä vakuudettomat vastuut. Materiaalivaatimukset tulisi saattaa kauttaaltaan toiminnallisiksi sen sijaan, että säädöksissä mainitaan varsinaiset materiaalit. Kierrätysmateriaalien käyttäjät tulisi määrätä haittamaksujen vastaanottajiksi.		

ENERGIA

Tarpeen mukaista, hyväksyttävää ja varmaa energiaa rakennuksille, liikenteelle, koneille ja prosesseille kustannustehokkaasti

Valtaregiimi: Keskitetyt ja fossiiliset energialähteet, säätövoima		Haastajaregiimi: Uusiutuvat, hajautetut energialähteet ja -varastot
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Aurinkosähkön nopea kehitys	140	
Energian massiiviset sähkövarastot	100	
Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	50	
Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	35	
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	30	
Pienydinvoimalat, fissio ja fuusio	30	
Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	30	
Vedyn edullinen säilytys	30	
Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt	30	
Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi	30	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Vertaisverkon sähkökauppa voidaan kirjata lohkoketjuun.	13,8
Neuroverkot ja syväoppiminen	Sähköverkon varastointikapasiteetin, energiatuotannon ja kunnossapidon optimointi.	11,4
LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	LED-viljely tulee olemaan merkittävä energian kuluttaja ja säätövoiman tarpeen vähentäjä.	10,8
Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	Bioenergiaa tuotetaan siitä osasta raaka-ainetta, josta ei energiaa hyödyllisempiä tuotteita saada. Erotustekniikan kehittyminen parantaa jalostusastetta.	10,0
Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	Uusiutuvilla syntetisoidun polttonesteen käyttö polttokennoissa mahdollistaa hiilineutraalin autoilun, lämmityksen ja kausi/varavoiman alhaisin varastointikuluin.	10,0
Radikaali vesiliikenne	Sähköinen, kevyt sisävesiproomu vaikuttaa energiamuotojen kulutukseen ja jakeluun.	10,0
Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	Kulkuneuvojen sähköistys vaikuttaa energiamuotojen suhteeseen olennaisesti ja kasvattaa sähköön käyttöä sekä toimii sähkövarastona todennäköisesti tasaten kysynnän heilahteluja.	7,8
Vedyn edullinen säilytys	Vety on hyötysuhteeltaan tehokkaasti saatavissa sähkö ja valon avulla irti vedestä ja palautettavissa hapen kanssa vedeksi, jos vedyn säilytys on toteutettavissa helposti.	6,6
Uudet robotisoidut palvelut	Aurinkopaneelin robotisoidut puhdistuspalvelut.	6,0
Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit	Energian varastointi uusilla elektroniikkamateriaaleilla ja energiatehokkaampi elektroniikka.	6,0
Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat	Älymateriaalit liittyvät esimerkiksi akkuihin, muihin energiavarastoihin, aurinkoenergian ja sen nesteyttämiseen sekä polttokennoihin. Simulointi on tärkeä kehitystekniikka.	6,0
Off-Grid ja Micro-Grid -ratkaisut	Hajautettu energia ja pyrkimys irti sähköverkosta tulee yleistymään ja vaikuttaa keskitettyjen ratkaisujen ja sähköverkon kannattavuuteen.	6,0
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Uusia muutoksesta seuraavia tai kasvavia ammatteja ovat esimerkiksi lähienergia-asentaja, lähienergiavarastoja, energiavarastoinnin ennakoija, polttokennokauppias, tuulivoimahuoltaja, polttoainejakelija, off-grid -huoltotarkastaja, aurinkopaneelisiivooja ja energiaromun kierrättäjä. Energiaosuuskuntien toimihenkilöiden ja energianeuvojen määrän voi myös uskoa nousevan ja energia-alan osaamistarpeen muuttuvan täysin nykyiseen verrattuna.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Sähkön myynti tulisi sallia valtakunnallisesta sähköverkosta riippumatta ja pienten yhdyskuntien sisäisiä verkkoja hyväksikäyttäen. Tällaisia mikrogrid-ajattelun perustuvia sähköosuuskuntia varten tulisi säätää kokeilulaki. Sähkön yhteiskäyttö ja vaihdanta tulisi näissä mahdollistaa vertaistointina jakamistalouden tapaisissa rakenteissa erillään valtakunnalliseen sähköverkkoon liittyvistä velvoitteista. Leijanaenergia tulisi sallia aluksi kokeilumuodossa ja erottaa muiden ilma-alusten käsittelystä. Energiavarastot tulisi sallia osana siirtoverkko-operaattorin toimintaa. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi siten, että käyttäjä vuokraa varastotilaa sitä tarvittaessaan sähkön ollessa edullista ja käyttää sähkövarastoa silloin, kun sähkön hinta on korkea tai kapasiteettiraja on ylitymässä.		

YHTEISTYÖKYKY

Yhteistyökyvyn kasvattaminen synergiahyötyjä tuottavissa asioissa, läpinäkyvyyttä, riskinhallintaa ja luottamusta tukien

Valtaregiimi: Viranomaisten, brändien, hierarkioiden takaama		Haastajaregiimi: Vertaisluottamus alustojen ja läpinäkyvyyden kautta
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Puheentunnistus, puheysteesi ja tulkkaus	60	
AI:n tekemä globaali työ	40	
Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen	40	
Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	35	
Kaupallisen alustatyön välittäminen	30	
Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus	30	
Materiaalitutka - hyperpektrikamera	25	
Neuroverkot ja syväoppiminen	25	
Globaali langaton laajakaista	25	
M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	25	
Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	25	
Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	25	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	Lohkoketju helpottaa yhteistyötä ja kasvattaa luottamusta.	13,8
MyData & GDPR	Pakotettu asiakastietojen siirrettävyyssvelvoite lisää yhteistyökykyä.	13,0
AI:n tekemä globaali työ	Globaali tekoäly voi tunnistaa vaihdannan tarpeita ja optimoida niitä tehokkaasti. Siihen voidaan oppia luottamaan ja yhteistyökyky voi merkittävästi kasvaa.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly tunnistaa petoksia lisäten aiheellista luottamusta ja yhteistyökykyä. Tekoäly myös auttaa hahmottamaan tarpeita ja ratkaisuja lisäten positiivista summapeliä.	11,4
Verbot/chatbot - keskustelevalat ja kirjalliset robotit	Verbotit alustatalouden osana parantavat yhteistyökykyä ihmisten välillä.	10,0
AR&VR-alustat ja sisältöstandardit	Vaihdanta on mahdollista, jos alusta on yhteinen.	10,0
Hyperloop ja muu tunneliteknikka	Työssäkäynti- ja asiointialueen laajentuminen parantaa yhteistyökykyä.	9,6
Kvanttitietokoneet ja kvanttikom-munikaatio	Luottamus nykyisiin julkisen avaimen salauksiin romahtaa. Luottamus kvanttikommunikaation täydelliseen salaisuuteen kasvaa.	8,2
Globaali langaton laajakaista	Viestintäyhteyksien paraneminen jaetun virtuaalitodellisuuden tasolle parantaa yhteistyökykyä.	7,2
Puheentunnistus, puheysteesi ja tulkkaus	Tulkkaus kasvattaa yhteistyökykyä erikelisten ihmisten kesken.	6,4
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Luottamusrakenteiden palveluksessa on nykyisin suuri osa oikeusoppineista, ohjelmistosuunnittelijoista ja sopimuksia neuvottelevista ekonomeista. Luottamusrakenteiden murros vaikuttaa heidän työtehtäviensä sisältöön olennaisesti. Uusia ja nousevia ammatteja ovat luottamusjohtaja, luottamuskonsultti, talkoolobbari, joukkoistusrakrytoija, vertaistyön moderaattori, motivaatiosuunnittelija ja -ennakoija sekä joukkorahoitusmanageri.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Tärkeimpinä tavoitteina tulisi selvittää vertaisluottamusrakenteisiin liittyvä sanktiointi ja valvontatoiminta, vertaisluottamuksen eri tasojen sertifiointitasojen määrittely, verkostovaikutusten moderointi dominanssin estämiseksi, talkoosisältöjen sekä lohkoketjujen omistajuus, vertaisluottamuksen virallistaminen viranomaishyväksynnän ja tutkintojen kaltaiselle tasolle ja rekisterinpidon kilpailun lisääminen sekä siirto soveltuvin osin vertaisverkkoihin niin yksityissektorilla kuin julkisissa rekistereissä. Luottamukseen liittyvien metatietojen ja rajapintojen vakiointimahdollisuus tulisi selvittää.		

OSAAMINEN JA SEN NÄYTTÖ

Tarpeenmukainen osaaminen ja sen näyttö - painottaen osaamisen tunnistettavuutta, merkitysten ymmärtämistä sekä proseduraalisia ja menetelmällisiä taitoja

Valtaregimi: Oppilaitokset ja niiden tutkinnot, työssä oppiminen		Haastajaregimi: Käännetty ja itseoppiminen, AI, osaamisen näyttö
Haastajaregimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	100	
AI:n tekemä globaali työ	80	
Neuroverkot ja syväoppiminen	50	
Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	40	
Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat	40	
Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen	40	
Tavaroiden 3D-tulostus	35	
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	30	
VR-lasit ja lisätty todellisuus	30	
Kaupallisen alustatyön välittäminen	30	
Haastajaregimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
P2P-luottamusratkaisut, lohko-ketju	Lohkoketjuun voidaan kirjata oppinnäytteet kiistattomalla tavalla.	13,8
AI:n tekemä globaali työ	Globaali tekoäly voi periaatteessa oppia ja opettaa perusteet tarvittaessa lähes kaikkeen osaamiseen. Globaali tekoäly voi myös tehokkaasti arvioida ihmisen osaamisen.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly voi arvioida ihmisen osaamisen. Osaamisen näyttö maallikolle helpottuu ja irtautuu opetuksen antaneesta laitteesta. Tekoäly on tärkeä myös opettajana.	11,4
Verbot/chatbot - keskustelut ja kirjalliset robotit	Tekoälyopettaja voi käydä oppilaan kanssa keskustelua ja varmistaa tai auttaa ymmärtämään tarpeellisia asioita. Verbot/Chatbot voi myös varmistaa osaamisen.	10,0
Globaali langaton laajakaista	Langattomat verkot helpottavat tarpeenmukaista oppimista merkittävästi.	7,2
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	Puheteknologia auttaa oppimaan ja ymmärtämään vieraita kieliä. Se auttaa myös osoittamaan oman osaamisen toisen kieliselle ihmiselle.	6,4
VR-lasit ja lisätty todellisuus	VR-lasien avulla simuloidut ympäristöt auttavat ymmärtämään asioiden syy-seuraussuhteita ja osoittavat myös, milloin ne on ymmärretty ja milloin ei.	6,0
Digitaide- ja digielämysalustat	Osaaminen alustalla osoitetaan peukutuksilla.	6,0
Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat	Simulointitekniikat tarjoavat erittäin hyvän välineen osaamisen näyttämiseen. Simuloinnin avulla materiaalien käyttäytymistä voidaan oppia ymmärtämään aiempaa helpommin.	6,0
Radikaali eliniän pidentäminen	Yhä useammat muodolliset osaamiset ovat vanhentuneita ja tarve osaamisen näyttämiseen opinnoista riippumatta kasvaa.	5,3
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Muutoksen myötä nousevia ja uusia ammatteja ovat esimerkiksi organisaatiolääkäri, moniälykkyysorganisoija, tekoälykatsastaja, AI-psykologi, AI-avusteinen kyborgi, pelillistäjä, kontekstianalyttikko, meta-analyttikko, simulaatiotuottaja, simulaatiokehittäjä, osaamisentarkastaja, etävalmentaja, osaa- misverkottaja, osaamispoluttaja, etäoppimismentori, sertifiointimanageri ja somemainen parantaja.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Muutoksen edistämiseksi tutkintojen vaatima osaamisen näyttö tulisi irrottaa opetuksesta ja oppilaitoksien pääsykokeista. Julkisten virkojen pätevyysvaatimukset tulisi muuttaa kontekstuaalisiksi. Julkisten palveluiden kyvykkyyden asiakasarvioinnit tulisi tehdä näkyviksi. Kaikki julkinen opetus tulisi tuottaa tietoverkkoihin MOOC-alustalle. Kaikki perusopetus tulisi muuttaa käänteiseksi opetuksi ja tähän liittyen opettajien toimenkuvat, tunti- ja koulutus, oppimateriaalin laadinnan periaatteet tulisi muuttaa. Simuloinnin ja pelillistämisen keinoja tulisi lisätä opetuksessa, opetuksen sisällöt tulisi uudistaa ja sisällöt tulisi säännöllisesti arvioida opettajakunnan ulkopuolisten toimijoiden avulla. Julkisen opetuksen oppimateriaalit tulisi saada vapaaksi joukkoistuksen tai julkisen rahoituksen avulla ja harjoitukset tulisi toteuttaa tekoälyn avulla siten, että palaute on välitöntä.		

TOIMINTAKYVYN AVUSTEET

Ihmisen toiminnallisten puutteiden kompensointi ja toimintakyvyn optimointi arjessa apuvälineiden ja toimintaympäristön helpottamisen keinoin, yhteiskunnalliset kustannukset ja hyödyt huomioiden.

Valtaregiimi: Laitos-, avo- ja omaishoito, halvat apuvälineet		Haastajaregiimi: Robottiikka, tekoäly, etiäiset [etiäläsnäolon mahdollistavat robotit ja laitteet], keinoelimet, joukkoistus
Haastajaregiimin keskeisimmät teknologiakorit ja vaikuttavuusodotusindeksi		
Elektroniikan ja biologian kyborgit	60	
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	60	
Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	50	
Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	50	
Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	50	
Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	40	
DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	35	
Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	35	
Haastajaregiimin nopeimmin etenevät teknologiat		
Teknologiakori	Teknologiakorin sovellukset	Kehitysnopeus
AI:n tekemä globaali työ	Globaalin tekoälyn osuus toimintakyvyn palauttamisessa on rajallinen.	12,0
Neuroverkot ja syväoppiminen	Tekoäly voi avustaa toimintakyvyn puutteissa kuten aistivammoissa, osana erilaisia proteeseja ja yleisenä neuvonantajana vaikkapa muistihäiriöisen apuna.	11,4
Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	Kehon toimintakyvyn puutteita voidaan kompensoida keinotekoisesti, kun toimintamekanismit ymmärretään riittävän hyvin.	9,0
Globaali langaton laajakaista	Toimintakyvyn turvaaminen saattaa vaatia pilvipalvelun apua ja nopean yhteyden siihen.	7,2
Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	GMO-keinoelinten kasvatus edesauttaa toimintakyvyn palautusta.	7,0
Puheentunnistus, puheesynteesi ja tulkkaus	Puheteknologia on tärkeä apu kuuroille, mykille ja näkövammaisille eri syistä.	6,4
VR-lasit ja lisätty todellisuus	Virtuaalimaailmassa ja etiäisten avulla ihminen kykenee kokemaan ja tekemään monia sellaisia asioita, joihin hän on fyysisessä maailmassa kykenemätön.	6,0
Uudet robotisoidut palvelut	Toimintakyvyttään rajoittuneiden etiäispalvelut helpottavat selviämistä arjessa.	6,0
Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit	Kehon sisään sen osaksi pysyvästi sijoitettava elektroniikka mahdollistuu.	6,0
Biomateriaalien kryogeniikka	Elinsiirrot helpottuvat sallitun kuljetusajan pidentyessä kryogeniikan tehostuessa.	6,0
Nousevat ammatit ja osaamisvajeet		
Nousevia ja uusia ammatteja ovat mm. proteesinsäätäjä, proteesitulostaja, AI-avustajan ja AI-valvojan ohjaaja, etiäislähiavustaja, etiäiskauko-ohjaaja, es-cort-seuranpitäjä, keinoelinkasvattaja, keinoelintarkastaja ja aivoimplanttien konfiguroija. Uudet ammatit liittyvät apuvälineiden säätämiseen, konfigurointiin ja sovitamiseen, automaation luomaan sosiaaliseen tyhjiöön sekä etiäisavustustyöhön ja keinoelimiin.		
Muutoksen säädöstavoitteet		
Tärkeimpiä säädöstavoitteita ovat yleinen apuvälineiden aseman kohentaminen suhteessa mm. esteettömään rakentamiseen ja erityisesti robottirajojen edistäminen, varhaisen vaiheen dementikkojen avustaminen tekoälyn keinoin, kuntoutuksen digitalisointi ja pelillistäminen, joukkoistusavun alustojen tukeminen, etiäisapuvälineiden sisällyttäminen tuen piiriin sekä näkövammaisten tekoälyn ja laajennettuun todellisuuteen liittyvien avustimien edistäminen.		

SUOMEN SATA UUTTA MAHDOLLISUUTTA 2018–2037

Yhteiskunnan toimintamallit uudistava
radikaali teknologia

Risto Linturi ja Osmo Kuusi

Tässä selvityksessä kuvataan sata vaikutuksiltaan radikaalia ja nopeasti kehittyvää teknologia-aluetta. Analyysi kattaa kaikki merkittävät organisoidun toiminnan osa-alueet ja keskeisimmät yksilöllisen toiminnan päämäärät. Vaikutukset ennakoidaan kahdenkymmenen arvonaluontiverkoston avulla. Kukin näistä kuvataan päätarkoituksensa, keskeisten arvonsa ja mahdollisen transformaationsa avulla.

Useiden esiteltyjen teknologioiden vaikutukset ylittävät jo yksinään internetin tai älypuhelinten vaikutuksen organisaatioiden toimintaan ja yksilöiden arkeen arviointihetkeksi valittuun vuoteen 2037 mennessä. Raportissa esitetyt yhteiskunnan nykyisiä perusrakenteita haastavat uudet toimintamallit ovat nopeasti kypsymässä. Mahdollisena tulisi pitää niin kutsuttujen Kondratjevin syklien vaihtumista ja sosioekonomisten rakenteiden nopeaan murrokseen liittyvää kriisiytymistä.

Raportti nojaa satojen asiantuntijoiden kokoamiin tuhansiin lähteisiin, joista tähän raporttiin on linkkeinä sisällytetty noin 1600. Lähteet taustoittavat esiin nostettujen teknologia-alueiden yksityiskohtaista kehitystä. Tämä raportti listaa teknologioiden lisäksi niiden mahdollistamina 2000 sovellusaluetta tai yhteiskunnallista vaikutusta, 250 uutta ammattia ja sata säädöstavoitetta tai hallinnon kehityskohdetta.

Tämä on kokonaan uudistettu laitos vuonna 2013 julkaistusta raportista Suomen sata uutta mahdollisuutta. Lähteet ovat kaikki uusia, arvonaluontiverkostot ja teknologiakuvaukset ovat uusia. Teknologia uudistuu nopeasti. Metodit on tarkennettu, mutta perusteiltaan se on sama. Alkuperäinen raportti saavutti laajaa huomiota kotimaan lisäksi EU:n ja OECD:n piirissä ja sitä on käytetty kehitystyössä niin yritysten, viranomaisten kuin aluekehittäjien toimesta.

Radikaalien teknologioiden aiheuttaman yhteiskunnan transformaation ennakointi on kehityksen nopeutuessa entistä tärkeämpää ja se on nyt tehty kaikkia esikuviaan laajempaan ja systemaattisempaan. Uusien mahdollisuuksien arviointi on tehty mahdollisimman ennakkoluulottomasti ja avoimesti, koska uudet havainnot usein muuttavat epäuskottavatkin kehityskulut mahdollisiksi. Systemaattisen arvioinnin kaikki lähteet, päätelmät ja arviointiperusteet ovat raportissa ja lähteissä nähtävillä.

Haastamme päätöksentekijät ja kaikki suomalaiset mukaan kehittämään näistä teknologioista uusia vahvuuksia Suomelle. Edelläkävijyyden riippuu poliittisten päätöksentekijöiden ja yritysten hyvästä yhteistyöstä, huomiotalouden keinoista, julkisen vallan rohkeudesta edelläkävijäasiakkaana, sekä lainsäädännön väljentämisestä uusien teknologioiden parhaille käytännöille.

Radikaalit teknologiat -ennakointimalli



Kuva 1. Radikaalit teknologiat –ennakointimalli, RTI (Radical Technology Inquirer). Mallin alkuperäinen nimi suomeksi oli Nelitasomalli.

Tausta - megatrendit

Taustalla on megatrendien ja yleisten muutosten taso. Megatrendit ovat nimensä mukaisesti ison mittakaavan kehityskulkuja, usein jopa keskenään ristiriitaisten kehityskulkujen yhteisvaikutusten seurauksia. Tässä raportissa megatrendit muodostavat yleisen viitekehyksen, johon palataan yhteenvedossa.

Taso 1 - arvonluontiverkostot

Laajin konkreettinen kuvaus tapahtuu arvonluontiverkostojen tasolla. Tässä raporttisarjassa muodostetun määritelmän mukaan arvonluontiverkostot pyrkivät kattamaan laajasti ymmärrettyä kaikki elämän ja yhteiskunnan osa-alueet, inhimilliset tarpeet ja yhteiskunnalliset ongelmat. Raportti korostaa kussakin arvonluontiverkostossa suurimman nähtävissä olevan muutoksen eli volatiliteetin alueita. Tämä tehdään kuvaamalla nykytila ja potentiaalinen sitä haastava systeeminen toimintamalli kärjistetysti toistensa vastakohtina.

Arvonluontiverkostot ovat globaaleja, mutta niiden kuvaukset on suhteutettu Suomen mittakaavaan käyttämällä Suomen kansantalouden lukuja. Tämä on tarpeen arvioitaessa kehityksen merkitystä Suomen kansantalouden kustannusten kannalta. Vientipotentiaaliltaan jokainen arvonluontiverkosto tarjoaa olennaisesti vientiteollisuutemme mittakaavaa suu-

rempia mahdollisuuksia. Vuotta 2037 arvioitaessa tärkein vientipotentiaalia ennustava tekijä on oman kysyntämme luonne. Tämän vuoksi raportissa ei erityisesti korosteta nykyisiä vientialoja.

Arvonluontoverkostojen tunnistamisessa on pyritty mahdollisimman hyvin toisistaan riippumattomiin, ortogonaalisiin, suuriin arvolutpauksiin. Arvonluontiverkostot ovat toisistaan riippuvia, mutta kunkin pääasiallinen lisäarvo poikkeaa muista. Arvonluontiverkostot eivät tässä ole suoranaisesti sama asia kuin ”markkinat”. Kyse on yksilöllisten ja kollektiivisten motiivien synnyttämistä ”tarverypeistä”. Näitä tyydyttämään syntyy niin yksityisen ja kollektiivisen kuin julkisen tai markkinamuotoisen toiminnan kenttiä. Nämä joko lisäävät tai tuhoavat kansalaisten hyvinvointia.

Taso 2 – Sovellusideat ja -arviot

Taso 2 liittyy arvonluontiverkostot ja radikaalit teknologia-alueet toisiinsa. Sovellusideat ovat lyhyitä tulevaisuuskuvia, joissa yksittäisen teknologia-alueen oletetaan kehittyvän nopeasti, ja arvioidaan tämän kehityksen mahdolliset seuraukset kullekin arvonluontiverkostolle sovellusideoiden muodossa. Jokainen teknologia-alueita kuvaava teknologiakori tarkastellaan erikseen suhteessa jokaiseen arvonluontiverkoston. Tarkasteltavia pareja on 2000, joista kaikista ei synny mainitsemisen arvoisia sovellusideoita, mutta joistakin niitä syntyy useita.

Taso 3 - Radikaalit teknologiakorit

Taso 3 sisältää ennakkointimallin varsinaisen arvioitavan substanssin, joita tässä raportissa kutsutaan teknologiakoreiksi. Systemaattisen sovellusideoiden ja kypsystodennäköisyyden arvioinnin avulla teknologiakorit jaetaan neljään vaikuttavuusryhmään. Teknologiat on kartoitettu satojen ihmisten yhteistyönä usean vuoden aikana eri lähteistä, mutta kehitys tuo jatkuvasti uusia mahdollisuuksia ja siksi sekä listauksen alimmiltakin tasoilta ja ulkopuolelta voi nousta tärkeitä innovaatioita, joita tässä raportissa ei ole kyetty ennakoimaan.

Sadan teknologiakorin listalle on otettu sellaiset lupaavat sosiaaliset ja teknologiset innovaatiot tai tieteelliset läpimurrot, jotka saattavat olla markkinakypsiä 2020-luvun kuluessa ja laajavaikutteisia vuoteen 2037 mennessä. Listalle päästökseen kuvatus teknogian teoreettinen potentiaali on pitänyt osoittaa tieteellisessä julkaisussa tai käytännön prototyyppinä. Monet listatut ratkaisut ovat jo kaupallisen leviämisenä aloittaneet, mutta niiden vaikuttavuuden uskotaan kasvavan.

Teknologiakorin listaamisen kriteerinä on, että se voi konkreettisesti tuoda merkittävää välineellistä lisäarvoa nykyisiin käytäntöihin joko säästämällä kustannuksia, helpottamalla ihmisten arkea tai lisäämällä viihtyvyyttä, vahvistamalla valtarakenteita tai heikentämällä niitä. Korit on muodostettu toiminnallisuutensa tai hyväksikäyttämänsä ilmiön perusteella. Kuhunkin koriin sisältyy tyypillisesti useita teknisiä toteutusvaihtoehtoja ja sovellushyötyjä.

Teknologiakorin kypsystodennäköisyys on vaikuttavuusarvioinnissa tärkein yksittäinen kerroin. Se määräävät teknologian nykyinen kypsyys, viimeaikainen kehitysnopeus ja teoreettiset sekä taloudelliset edellytykset jatkokehitykselle.

Taso 4 – teknologia lähteet ja asiantuntijakeskustelut

Taso 4 sisältää käytetyt lähteet. Raportin taustalla oleva tieteellisiä ja teknologisia läpimurtoja kuvaavaa aineistoa on kerätty vuodesta 2013 alkaen ryhmässä, jossa on kirjoitushetkellä 2452 jäsentä. <https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/>

Keräystyö on ollut päivittäistä ja tavoitteellista talkootyötä. Lukuisat omien alojensa asiantuntijat ovat osallistuneet kiinnostuskohteidensa käsittelyyn ja parempien lähteiden etsintään. Lopulliseen raporttiin on valittu noin 1600 edustavinta lähdetä. Kukin lähde on luokiteltu ja pisteytetty raporttiin liittyvässä tietokannassa, joka sisältää myös linkit lähdekohdaisiin keskusteluihin, joissa on usein muitakin aiheeseen liittyviä lähteitä, jotka eivät raporttiin tai tietokantaan ole valikoituneet.

Arvonluontiverkostot on käsitelty kukin aihealueen kutsuttujen asiantuntijoiden muodostamissa työpajoissa ja tämän lisäksi laaja joukko yksittäisiä asiantuntijoita on lukenut ja kommentoinut tekstiluonnoksia. Arvonluontiverkostojen kuvaamia haastajaregimejä on kirjoittajien toimesta hahmoteltu useiden vuosien ajan lähes sadassa eri asiantuntijatilaisuudessa ja useassa suppeammassa raportissa.

Uudet ammatit ja säädöstavoitteet

Arvonluontiverkostojen kuvaukseen liittyy nykyistä toimintatapaa haastava ja sen kanssa vaihtoehtoinen, teknologiakehityksen mahdollistama toimintatapa. Arvonluontiverkoston kuvauksen yhteydessä listataan tämän uuden toimintatavan synnyttämiä ammattikuvia osoittamaan inhimillisen yhteistyön uusia muotoja ja muutoksen vaikutusta ihmisten työhön ja osaamisvaatimuksiin. Uuden toimintatavan vuoksi kehitystä mahdollistamaan ja jouduttamaan tai haittoja moderoimaan tarvittavia säädöstavoitteita ja muita hallinnon toimia on myös koottu arvonluontiverkostojen kuvauksen yhteyteen.

Suomi on perinteisesti ollut uudisraivaajien ja nopeiden omaksujien maa. Vuonna 1885 julkaistiin lehtori Samuli Suomalaisen oloihimme sovittama ja laajentama kirja Suuret keksinnöt. Kirjan esipuheessa kirjoittaja toteaa: "Ja valmis se on nyt kaikkine puutteineen. Harras toivoni on, ett'ei yleisö ylenmääräisiä vaatisi tältä ensimmäiseltä suomalaiselta keksintöjen kirjalta, johon ei ainakaan aikaa eikä vaivaa ole säästetty." Kirja oli laaja-alaisuudessaan ja yksityiskohtaisuudessaan hämmästyttävä. Se kattoi uusimmat teknologiset ratkaisut aina puhelimesta teollisiin prosesseihin.

1800-luvun lopulla teknologia levisikin Suomessa nopeasti. Puhelinverkkoa rakennettiin, teollisuus syntyi, kehitettiin lentokoneita ja jopa satusetä Topelius pohti kolumneissaan avaruuden olemusta luettuaan ristiriitaisista kokeista, joilla pyrittiin mittaamaan valon nopeutta. Topelius ei keksinyt suhteellisuusteoriaa, mutta Suomi jatkoi hidasta, kekseliästä etenemistään kohti maailman kärkeä.

Nyt muistamme Suomen tietoliikenteen kärkimaana. Siihen 1990-luvun saavutukseen meillä oli hyvät edellytykset. Puhelinten luvattu maa olimme olleet jo sata vuotta. Laaja-alainen tietotekniikan ja tietoliikenteen yliopistokoulutus alkoi 1960-luvulla. Maailman ensimmäisen kaupallisen mikrotietokoneen rakensi Digelius Elektroniikka 1973. Teleoperaattorit alkoivat varautua digitaalisiin puhelinkeskuksiin saman vuosikymmenen lopulla. Poliitikot ja teollisuusjohtajat puhuivat television keskusteluohjelmissa, kuinka Suomen tulisi suhtautua tietotekniikan aiheuttamaan edessä olevaan teollisen rakenteen murrokseen.

1990-luvulla Suomi oli maailman näyteikkuna omaksuttuaan muita nopeammin internetin ja mobiilin teknologian varhaisen käytön. Presidentti Martti Ahtisaari käsitteli puheissaan internetin mahdollisuuksia ja edisti eurooppalaisen GSM-standardin vakiintumista. Lukuisat ministerit perustivat ryhmiä ja tietotekniikan mahdollisuudet olivat kaikkien niistä kiinnostuneiden tietoisuudessa.

2000-luvun alun olemme kylpeneet menneessä loisteessa. Teknologiaa on kehitetty viennityrityksissä, mutta laajemmin yhteiskunta ei Suomessa ole näyttänyt uskovaa teknologiaan, tai ei ainakaan ole siitä kovin kiinnostunut. Menestyksen huumassa näkökulma teknologiaan kaventui. Monelta jäi huomaamatta, kuinka nopeasti teknologinen kehitys edelleen etenee maailman eri kolkissa. Tähän muutokseen herätti vastikään tasavallan presidentti uudenvuodenpuheessaan.

Näkökulman kaventumisen voi estää käyttämällä systemaattisia menetelmiä. Tässä työssä on eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan toimeksiannosta luotu systeeminen viitekehys ja kriteerit radikaalien teknologioiden lupaavuuden arviointiin. Menetelmän avulla voidaan monipuolisesti arvioida teknologian tuottamat erilaiset hyödyt ja tunnistaa niihin liittyviä ongelmia. Valittuihin kriteereihin nojautuen on kuvattu ja arvioitu sata tärkeimpänä pidettyä radikaalia teknologista ratkaisua. Kriteeristö mahdollistaa listan päivittämisen systemaattisella tavalla. Listan laatua voidaan parantaa myös käymällä keskustelua arvioinnissa käytetyistä näkökulmista.

Työ on jatkoa Risto Linturin, Osmo Kuusen ja Toni Ahlqvistin samasta aiheesta vuonna 2013 kirjoittamaan raporttiin, jossa luotiin tässä käytetyn ennakointimallin perusteet sekä Risto Linturin mainitun raportin perustella kirjoittamaan seurantaraporttiin. Työhön on osallistunut tietoverkon kautta suuri joukko eri alojen asiantuntijoita ja teknologiakehityksestä kiinnostuneita kansalaisia. Aktiiviset ja tähän raporttiin vaikuttaneet osallistujat mainitaan nimeltä arvonaluontiverkoston ja teknologiasisällön osalta erikseen asianomaisissa luvuissa.

Tämän kaltainen työ ei ole koskaan valmis. Teknologia kehittyy yhä nopeammin ja uusia läpimurtoja uutisoidaan viikoittain. Maailman muuttuessa ja osaamisen kehittyessä teknologioiden tärkeyden arviointi myös kehittyy. Tätä toista RTI-metodia käyttävää raporttia on siksi edelleen pidettävä kehitystyön alkuna. Toivottavasti tässä esitetyt mahdollisuudet innostavat suomalaista yhteiskuntaa uudistumaan ja sen kehittäjiä löytämään idean siemeniä.

Tässä työssä poiketaan tavanomaisesta teknologiaraportin kaavasta. Tulevaisuutta luodaan tavallisimmin yleisten muutossuuntien avulla. Konkreettisella tasolla maailma muuttuu kuitenkin yksittäisten teknologisten läpimurtojen ja niihin kietoutuvien sosiaalisten innovaatioiden seurauksena. Teknologiakehitys avaa mahdollisuuksia, joita yhteiskunta ja yksilöt arvomaailmansa mukaan valikoiden omaksuvat. Tässä kehitetyn menetelmän tarkoituksena on auttaa havaitsemaan teknologisten ratkaisujen ja sosiaalisten innovaatioiden yhdistelmiä. Useita toimialoja ja elämänalueita leikkaavista yhdistelmistä syntyvät suurimmat, yhteiskunnan rakenteita haastavat uudisteet.

Tämä työ ei siis jäsenny megatrendien kautta, vaikkakin ne ovat tekijöiden mielessä tärkeinä taustamuuttujina. Tärkeimmäksi työtä jäsentäväksi tekijäksi on valittu kaksikymmentä arvonaluontiverkostoa. Tässä tarkoitettu arvonaluontiverkoston tuottaminen poikkeaa tilastoinnissa yleisesti käytetystä taloudellisesta toimeliaisuudesta. Siitä, että kansantulo lisääntyy lääkärin kasvaneiden palkkojen muodossa, ei välttämättä seuraa parempaa terveyttä. Ruokaakaan ei välttämättä ole huonompaa, vaikka siitä maksettaisiin vähemmän tai se kasvatettaisiin omaan tarpeeseen.

Arvonaluontiverkostot kuvataan luvussa yksi. Kukin arvonaluontiverkosto on vastaus johonkin tarkoituksellisen kapeaan yhteiskunnan tarpeeseen tai ongelmaan. Rajausta tehdään pääasiallisen tarkoituksen ja siihen liittyvien arvojen avulla. Kaksikymmentä pääasiallista tarkoitusta niihin liittyvine moderoivine arvoineen kattavat valtaosan kaikista yhteiskunnan organisoidusti ja välineellisesti tyydyttämistä tarpeista. Kuvauksen tärkein anti arvonaluontiverkoston laajuuden ja luonteen lisäksi on osoittaa suurin mahdollisena pidettävä systeeminen muutos kussakin arvonaluontiverkostossa ja siihen liittyvät keinot, uudistavat ja jarruttavat arvot, hyödyt ja uhat.

Luvussa yksi listataan myös arvonaluontiverkostoittain muutoksesta syntyviä uusia ammatteja sekä hallinnon toimia tai lainsäädännön muutosta vaativat alueet. Arvonaluontiverkostoittain listataan myös uusien teknologioiden potentiaalisia sovelluksia. Teknologiakori-kohtaiset potentiaalisen vaikuttavuuden arviot annetaan sovellusten yhteydessä olettaen, että teknologia kypsyy markkinoille 2020-luvulla.

Raportin varsinainen teknologiaosuus on luvussa kaksi. Sata tärkeimmäksi arvioitua teknologia-aluetta kuvataan ja luokitellaan neljään tärkeysluokkaan kypsyminen odotettavissa olevien

ja vaikuttavuuden mukaisesti. Teknologiset ratkaisut arvioidaan käyttäen kolmea keskeistä kriteeriä vuoden 2037 vaikuttavuutta ennakoiden:

1. teknologia mahdollistaa merkittävän lisäarvon luvussa yksi kuvatuissa inhimillisen toiminnan kannalta tärkeissä arvontiverkostoissa.
2. teknologia on tieteellisessä mielessä alueella, jonka tutkimus etenee nopeasti tai siihen liittyy muu laaja ja hyvin rahoitettu kehitystyö.
3. teknologian etenemisnopeus ja teoreettinen potentiaali vahvistavat käsitystä sen mahdollisuudesta nousta seuraavalle kypsyystasolle.

Luvussa kolme esitetään johtopäätökset ja verrataan raportin havaintoja tärkeimpinä pidettyihin megatrendeihin sekä todetaan tähän radikaalien teknologisten ratkaisujen arviointiin liittyvät tiedossa olevat kehittämistarpeet.

1 Arvonluontiverkostojen taso



Teknologiakehitys ei ole suoraviivaista talouden kehitystä. Tieteelliset, sosiaaliset ja tekniset uudisteet voivat avata hyvin moninaisia lisäarvon mahdollisuuksia ja uhkia. Internet on esimerkiksi noussut suureen merkitykseen sujuvoittaessaan lähes kaikkea inhimillistä toimintaa. Tämän läpäisevyyden vuoksi se on myös organisoinut yhteiskuntaa uudella tavalla. Monet teknologiat ovat tällä tavalla mullistavia. Esimerkiksi raudan keksimisen yhteys demokratian syntyyn on hyvin dokumentoitu. Alvin Toffler, Jeremy Rifkin, Manuel Castells, Jakob Bronowski, Michael Mann ja lukuisat muut tulevaisuudentutkijat ja historioitsijat ovat kukin osoittaneet erilaisten keksintöjen radikaalin vaikutuksen yhteiskunnan rakenteisiin ja ihmisten toiminnan tapoihin.

Mikään yksittäinen näkökulma ei riitä teknologisen kehityksen arvioinnissa. Lupaavimpien teknologisten ratkaisujen tunnistamiseksi on niitä tarkasteltava monien näkökulmien avulla. Tässä tarkoituksessa, jotta erilaiset näkökulmat tulisivat systemaattisesti huomioituksi, kuvataan nyt kaksikymmentä arvonluontiverkostoa. Näistä jokaista käytetään kunakin teknologisen ratkaisujen potentiaalia arvioitaessa.

Tarkoitamme arvonluontiverkostoilla seuraavaa: Arvonluontiverkosto kuvaa ainakin osittain organisoitua, selkeän globaalın tarpeen tyydyttämistä palvelevaa toimintaa. Arvonluontiverkostoa rajaa siis pääasiallinen tyydytetty tavoite tai tarve. Sairaala ei kokonaisuudessaan esimerkiksi kuulu mihinkään yhteen arvonluontiverkostoon, vaan se palvelee osittain esimerkiksi asumista, ravinnonsaantia, terveyttä ja toimintakyvyn turvaamista. Näin tarkasti ei arvonluontiverkostoja tässä raportissa kuitenkaan analysoida. Arvonluontiverkostot on valittu suomalaisille tutusta länsimaisesta näkökulmasta.

Mittasuhteiden ymmärtämiseksi sekä kotimarkkinoiden mahdollisena säästönä, että vientimarkkinoilla, arvonluontiverkostojen koko on kuvattu Suomen kansantalouden lukuina. Tämä osoittaa potentiaalisen arvon suhteellisen osuuden meitä vastaavissa kehittyneissä maissa. Koska kyse on suurista markkinoista, ei Suomen kokoisen vientitalouden näkökulmasta ole olennaista, mikä on globaalın markkinan tarkka koko. Kunkin arvonluontiverkoston koko on riittävä siihen, että pienikin markkinaosuus maailmanmarkkinoilla olisi meille merkittävä vientialue.

Vientiä pidetään Suomen elinehtona ja monet tämänkaltaiset tarkastelut keskittyvät vientin edellytysten pohtimiseen. Tulee kuitenkin huomata, että pääosa arvonluonnista ja työstä Suomessakin tapahtuu kotimarkkinoiden tarpeisiin, ja olemme pikemmin riippuvaisia tuonnista kuin viennistä. Vienti tulisi nähdä tuonnin mahdollistajana ja talouden kokonaisvaltainen tehokkuus tulisi nostaa huomion kärkeen. Vientiponnisteluiden lisääminen ei suuresti auta vuotavaan kauppataaseeseen tai budjettivajeeseen, jos vuodon syy on yhteiskunnan tehostomissa rakenteissa. Päähuomio tässä raportissa kiinnitetäänkin arvonluontiin ja sen kehittämiseen yleisesti. Tehokas talous tuottaa tarvitsemansa viennin.

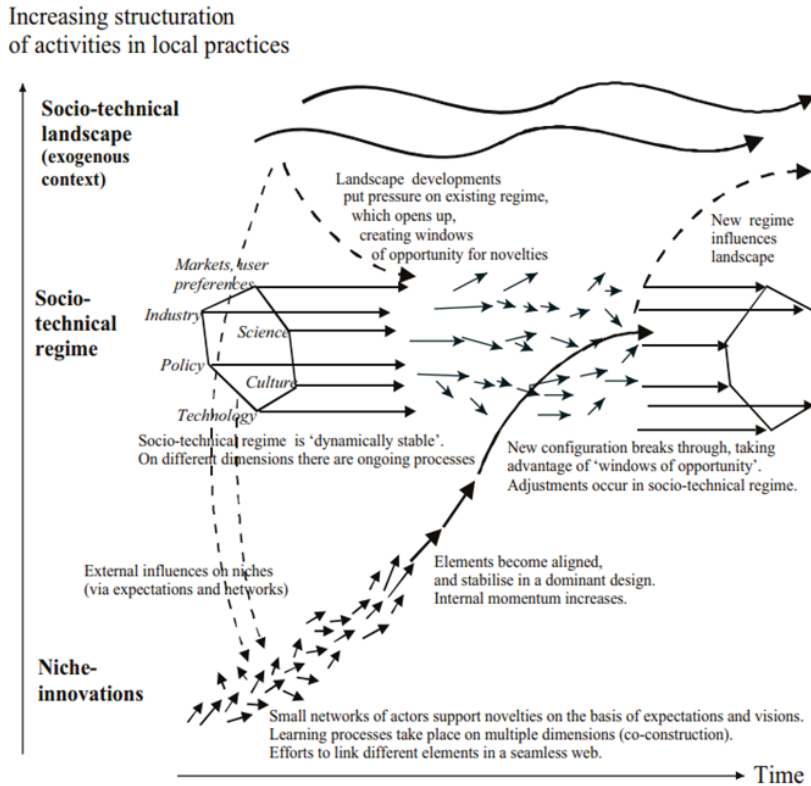
Vaikkakin tässä luvussa kuvatut verkostot muistuttavat joiltakin osin toimialajakoa, kyse ei ole toimialajaosta vaan erikoistumisen ja vaihdannan virtauksista, joissa vuorovaikutus tuottaa erityisesti jotakin määrättyä välillistä tai lopullista arvoa. Organisaatiot ja yksilöt kuuluvat useaan eri arvonluontiverkostoon, joten tässä ei ryhmitellä organisaatioita, ainoastaan niiden pääasiallisen toiminnan sisältöjä.

Kukin myöhemmin luvussa kaksi kuvattu uusi teknologinen ratkaisu avaa onnistuessaan merkittäviä lisäarvon mahdollisuuksia ja myös uhkia näihin arvonluontiverkostoihin. Kyse voi olla riskien kasvamisesta, yksilön tarpeiden ja halujen aiempaa tehokkaammasta, kattavammasta tai laadukkaammasta tyydyttämisestä. Mahdollisuuksiin ja uhkiin tulisi reagoida pikimmiten. Radikaalit innovaatiot etenevät eksponentiaalisesti ja markkinaosuudet ja käytäntöjen suuntautuminen määräytyvät varhain. Useimmat nykyisiä arvonluontiverkostoja haastavat teknologiat ovat nyt samassa vaiheessa, jossa Internet oli 20 vuotta sitten. Suomi oli silloin globaalisti merkittävä viestinnän tasa-arvon edelläkävijä.

Seurantaraportissa ehdotettiin professori Frank W. Geelsin kehittämän regiimimallin hyväksikäyttöä valtavirtakäytäntöjen kuvauksessa ja hitausvoimien esittämisessä. Näin onkin väljästi tehty. Tulevaisuuden visioinnin hengessä myös todennäköisenä pidetyn transformaation jälkeisestä toimintatavasta on puhuttu haastajaregiiminä.

Geels jäsentää seitsemän dimensiota sosioteknisille regiimeille. Nämä ovat teknologia itsessään, käyttäjätottumukset ja sovellusalueet eli markkina, teknologian symboliset merkityk-

set, infrastruktuuri, teollinen rakenne, regulaatioympäristö ja teknistieteellinen tieto. Sosioteknisen regiimin täytyy usein muuttua olennaisesti erityisesti radikaalien teknologisten muutosten edellä, jotta markkinamekanismi kykenisi muutoksia edistämään.



Kuva 2: Sosioteknisen regiimin vaikutus innovaatioiden läpimurtoon. Lähde: F. W. Geels (2011) The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions* Vol. 1, No. 1, 24-40.

Monilla alueilla, erityisesti oligopolitilanteissa suurilla yrityksillä on halu säilyttää vallitseva tilanne mahdollisimman pitkään. Ne kykenevät suuruuden ekonomian vallitessa ja asiakastuntemuksensa varassa usein pitämään uudet pienet markkinatulijat loitolla jälkimmäisten paremmasta teknologiasta huolimatta.

Muutosta voidaan jouduttaa monin tavoin. Huomiotalouden keinot esimerkiksi ovat hallinnon käsissä. Uutta teknologiaa voidaan suosia julkisissa hankinnoissa. Sen käyttöä rajoittavia tai estäviä regulaatioita voidaan purkaa. Pieniä toimijoita haittaavia regulatiivisia esteitä voidaan poistaa esim. julkisia hankintoja avaamalla avointen rajapintojen avulla. Uuden teknologian koulutusta ja muita siihen liittyviä palveluita voidaan lisätä. Uuteen teknologiaan liittyviä käytäntöjä ja ekosysteemejä katalysoivia alustoja ja toiminnallisia rooleja voidaan luoda.

Tässä luvussa esitetyt arvонуontiverkostot perustuvat edelliseen raporttiin ja kehitysehdotuksiin, jotka syntyivät seurantaraportin ja muun raporttiin liittyneen tulosten arvioinnin yhteydessä. Näiden arvонуontiverkostojen kehittämiseksi on lisäksi luonnosvaiheen jälkeen käyty verkkokeskusteluita ja järjestetty 12 erillistä työpajaa. Arvонуontiverkostojen kehittämiseen osallistuneet henkilöt on listattu tässä. (Teknologiakorien lähteitä konttribuoineet mainitaan seuraavassa luvussa):

Juha Antila, Timo Ali-Vehmas, Leena Arvonen, Emil Asp, Nea Barman, Mikko Dufva, Antti Eskola, Miia Fohlin, Mika Haapalainen, Jouni Hakala, Ali Harlin, Jarna Hartikainen, Liisa Heinämäki, Mika Helenius, Olli Hietanen, Merja Hiltunen, Lauri Holmström, Hannele Holttinen, Janne I. Hukkinen, Sami Häikiö, Timo Hämäläinen, Maria Höyssä, Hannu-Pekka Ikäheimo, Mari Isbom, Antti Joensuu, Tiina Jokela, Riitta Juntunen, Tuomas Kaivola, Tero Kauppinen, Pertti Kauranen, Mika Klemettinen, Tiina Koljonen, Kari Komulainen, Heidi Korhonen, Johanna Kotipelto, Jaana Kurjenoja, Paula Laine, Jutta Laine-Ylijoki, Hannu Laitinen, Merja Larivaara, Pekka Lindroos, Anni Linturi, Kristian Lukander, Tatu Lund, Jukka Lähesmaa, Pauli Marttila, Leena Merisaari, Anne Miettinen, Kirsi Miettinen, Petri Mutka, Risto Mäkiyry, Emilia Nordlund, Esa Nykänen, Soile Ollila, Heli Parikka, Marja-Liisa Parjanne, Irma Patala, Pekka Pellinen, Ville Peltola, Jani Poikela, Mervi Pulkkanen, Maria Rautavirta, Lauri Reuter, Riikka Rosendahl, Nappu Rouhiainen, Maija Rönkä, Timo Salmi, Mikko J. Salminen, Pia Salokoski, Leena Sarvaranta, Saira Seppo, Jouni J. Särkijärvi, Petri Takala, Tiina Tanninen-Ahonen, Laura Tiilikainen, Lotta Toivonen, Johanna Tuohino, Pekka Tuomaala, Anu Tuominen, Esa Turtiainen, Ismo Turunen, Mika Tuuliainen, Mika Uusi-Pietilä, Antti Veirto, Ville Vähämäki, Nina Wessberg, Maria Åkerman.

Arvонуontiverkostojen kuvaus

Kohdassa *Arvонуontiverkoston raja*us kuvattu päämäärä voi olla välillinen tai lopullinen ja laadulliset arvot liittyvät tapaan, jolla päämäärää tyydytetään. Tämä osuus on menetelmän kannalta tärkein, koska teknologiat saavat pisteitä arvонуontiverkosta vain, jos ne kypsyessään ja levitessään vaikuttavat arvонуontiverkoston varsinaiseen päämäärään tai siihen liittyvien laadullisten arvojen toteutumiseen.

Kohdassa *Transformaation keinot ja arvot* kuvataan arvонуontiverkoston mahdollinen transformaatio ja keskeisimmät teknologiat, jotka uuden toimintamallin mahdollistavat. Samassa yhteydessä kuvataan keskeiset muutosta edistävät motiivit.

Kohdassa *Valtaregiimin keinot ja arvot* kuvataan arvонуontiverkoston pääasiallinen nykyinen toimintamalli perusteineen, laajuuksineen, säilyttävine valtarakenteineen ja nykyistä rakennetta säilyttävine arvoineen. Pääosa arvонуontiverkostojen kuvauksissa esitetyistä luvuista perustuu Tilastokeskuksen aineistoon, muu aineisto on joko mainittu lukuja esitetäessä tai kuvausten jälkeisissä lähdelinkeissä.

Kohdassa *Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet* arvioidaan tärkeimpiä transformaation hyötyjä ja riskejä, jotka tulisi huomioida muutokseen valmistauduttaessa. Hidasteina tarkastellaan edellä kuvatun sosioteknisen regiimin mukaisia esteitä muutokselle.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet on tekstiä keventävä kohta, joka havainnollistaa kuvailuvien ammattinimikkeiden avulla työn ja osaamistarpeiden muutosta. Ammattien ennakointi on periaatteessa hyödyllisempää kuin osaamistarpeiden, koska työtehtäviin tarvitaan osaamisen yhdistelmiä. Haastajaregiimin kuvaamat toimintamallit mahdollistavat tehtäväkokonaisuuksien hahmottelun, mutta tähän osioon kannattaa silti suhtautua varauksella. Katoavia ammatteja ja osaamisia on helpompi osoittaa kuin uusia. Ei siksi, etteikö uusia syntyisi moninaisempana kirjona kuin vanhoja katoaa vaan siksi, että hallittavia muutujia on vähemmän.

Kohdassa *Muutoksen säädöstavoitteet* osoitetaan transformaation toivottavien osien jouduttamiseksi ja haittojen moderoinniksi tarvittavia hallinnon ja lainsäätäjän toimia. Mikäli niihin ryhdytään ennakoivasti, on Suomen mahdollista saavuttaa nopean omaksujan ja edelläkävijän etuja ja välttää uusien teknologioiden ja käytäntöjen haittoja. Edelläkävijä voi myös vaikuttaa globaaleihin toimintatapoihin.

Kansalliset erityispiirteet mainitaan, kun niihin liittyy jotakin erityistä.

Teknologioihin liittyvät sovelluskuvaukset on luettelomainen kuvaus. Kukin sadasta teknologiakorista on arvioitu jokaista arvonluontiverkostoa ja sen päämäärää sekä arvoja vasten. Teknologiakorikohtaisesti luetellaan kyseisen arvonluontiverkoston saama olennainen hyöty tai haitta jokaiselta teknologiakorilta sen kypsyessä. Arvioinnin näkökulmasta arvonluontiverkosto on kuin laput silmillä kulkeva ja vain omaa tehtäväänsä kapeasti ajava raatilainen, joka antaa pisteitä teknologialle, jos se edistää hänen omaa kapeaa tavoitettaan tai siihen liittyviä arvoja.

Vaikuttavuuspisteet annetaan sillä oletuksella, että teknologiakorissa kuvattu ensisijainen kyvykkyys kypsyi markkinoille 2020-luvun aikana. Vaikuttavuus arvioidaan vuoden 2037 tasolla. Pisteytys on voimakkaasti logaritminen ja kukin arvonluontiverkosto arvioi pisteet ainoastaan oman rajatun näkökulmansa vaikutuksen kautta. Vaikutus voi olla hyödyllinen tai haitallinen kokonaisuuden kannalta, mutta ollakseen vaikuttava on jollakin toimijalla oltava motiivi teknologian edistämiseen. Arvioinnin ymmärtämiseksi on tärkeää huomata, ettei pisteytys kuvasta kollektiivista hyötyä vaan mitä tahansa vaikuttavuutta.

Tämän raportin kuvaaman Radikaalien teknologioiden ennakointimallin (Radical Technology Inquirer, myöhemmin RTI) ensisijainen tehtävä on tunnistaa uusien teknologioiden mahdolliset yhteiskunnalliset vaikutukset ennalta, jotta sekä potentiaaliin hyötyihin että haittoihin osattaisiin varautua.

Ennakointi tapahtuu kertomalla kunkin teknologian toteutumistodennäköisyys sen mahdollisilla yhteiskunnallisilla vaikutuksilla. Teknologisten todennäköisyyksien arviointiin liittyvä pisteytys kuvataan teknologioiden yhteydessä seuraavan luvun alussa. Aluksi kuvataan teknologioiden potentiaalinen vaikuttavuusarvio, jotka arviot siis annetaan tässä luvussa arvonluontiverkostokohtaisesti. Vaikutukset voivat olla taloudellisia tai talouden ulkopuolisia, yksilöiden arkisiin toimintatapoihin liittyviä.

Pisteet 1–20 annetaan väljästi seuraavien kriteerien mukaan (Suomen mittakaava):

1 piste annetaan, jos teknologiakorin kehitys tuottaa sellaisen konkreettisen hyödyn, jonka vuoksi muista syistä valmista teknologiaa kannattaisi siihen käyttöön soveltaa.

3 pistettä annetaan, jos teknologiakorin kehityksestä on olennaista hyötyä arvontuontiverkoston päämäärään liittyvän arvont kannalta tai se on osa kokonaisuutta, joka edistää varsinaista päämäärää olennaisesti. Olennaisena voidaan pitää taloudellista vaikutusta 10-100 miljoonan euron vuositasolla tai henkilötasolla vaikutusta 5-50 miljoonan henkilötuntin tasolla vuosittaiseen arkeen.

5 pistettä annetaan, jos teknologiakorin kehityksestä on merkittävää hyötyä arvontuontiverkoston päämäärään liittyvän arvont kannalta tai se on tärkeä kokonaisuutta, joka edistää varsinaista päämäärää transformatiivisesti. Merkittävänä voidaan pitää taloudellista vaikutusta 100-1000 miljoonan euron vuositasolla tai henkilötasolla 50-500 miljoonan henkilötuntin vaikutusta vuosittaiseen arkeen.

10 pistettä annetaan, jos teknologiakorin kehityksestä seuraa arvontuontiverkoston kuvauksessa esitetty transformatiivinen vaikutus arvontuontiverkoston päämäärän toteuttamistapaan. Mahdollisen vaikutuksen tulee ylittää vuositasolla miljardi euroa tai yltää henkilötasolla satojen tuhansien ihmisten viikoittaiseen arkeen.

20 pistettä annetaan, jos teknologiakorin kehitys on välttämätön osa tärkeimpänä kuvattua transformatiivista vaikutusta arvontuontiverkoston toimintatapaan. Mahdollisen vaikutuksen tulee ylittää vuositasolla miljardi euroa tai yltää henkilötasolla satojen tuhansien ihmisten viikoittaiseen arkeen.

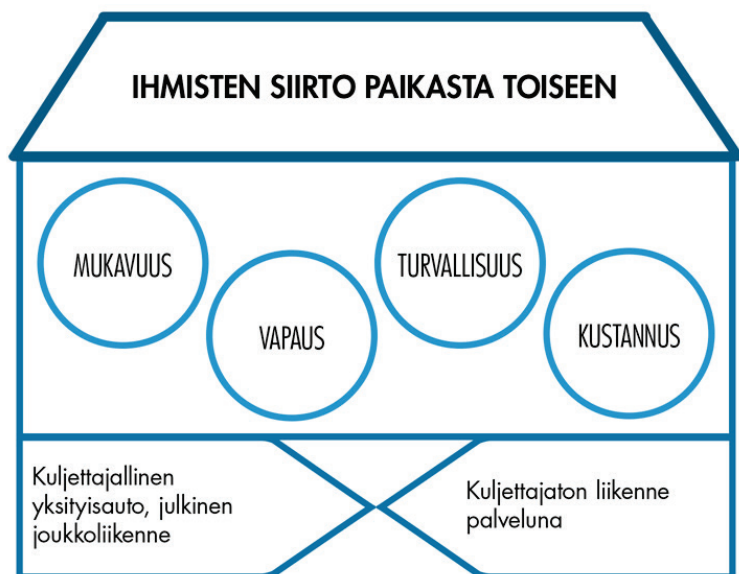
Jako kahteenkymmeneen pisteyttävään arvontuontiverkostoon on tehty siten, että vain harvat yhteiskunnan organisoidut tuotannolliset ja hallinnolliset rakenteet tai taloudelliset tavoitteet jäävät jaon ulkopuolelle. Samalla jaossa on pyritty siihen, että kullakin arvontuontiverkostolla on toisistaan olennaisesti poikkeava ensisijainen päämäärä ja siihen liittyviä moderoivia arvoja. On huomattava, että arvot ovat käytännössä toteutuvia kansalaisten ja päättäjien arvoja, opportunistisiakin, eivät kollektiivisia kokonaishyötyjä. Tavoitteena on ennustava malli ja tilannekuva.

Arvontuontiverkostot on jaettu siten, että kuhunkin arvontuontiverkostoon liittyy teknologian mahdollistama keskeisen toimintatavan muutos. Tämä on alla olevassa taulukossa kuvattu valtaregiimin ja haastajaregiimin avulla. Tavoitteena jaolle on saada aikaan kaksikymmentä olennaista ja edustavaa, toisistaan selkeästi poikkeavaa näkökulmaa teknologioiden maksimaalisen muutospotentialin arviointiin. Ennakointimenetelmä on robusti eivätkä yksittäisten arvontuontiverkostojen merkittävääkin muutokset vaikuta olennaisesti teknologiakorien sijoitukseen.

Arvonluontiverkostot, joiden avulla radikaalit teknologiat arvotetaan:

Arvonluontiverkostot potentiaalisimpine transformaatioineen			
AVID	Arvonluontiverkosto	Valtaregiimi	Haastajaregiimi
1	Henkilöliikenne	Kuljettajallinen yksityisauto, julkinen joukkoliikenne	Kuljettajaton liikenne palveluna
2	Tavaraliikenne	Kuljettajallinen liikenne, toisteen kuormausautomaatio	Kuljettajaton liikenne, älykäs kuormausrobotiikka
3	Tavaroiden valmistus	Teollinen, keskitetty, toisteen valmistus	Robotisoitu, hajautettu, yksilöllinen valmistus
4	Ravinto	Maanviljelys, elintarviketeollisuus, jakelu	Kaupunkiviljely, robottilähikeittiö
5	Energia	Keskitetyt ja fossiiliset energialähteet, säästövoima	Uusiutuvat, hajautetut energialähteet ja -varastot
6	Materiaalit	Kaivannaiset, energiarikas prosessiteollisuus	Kiertotalous, uusiutuvat materiaalit
7	Rakennettu ympäristö	Perinteinen rakentaminen ja kunnossapito	Rakentamisen ja kunnossapidon robotisaatio
8	Vaihdanta	Brändit, fyysiset kauppapaikat, hierarkiat, B2B2C	Peukut, verkkokauppa, vertaisuus, C2B2C
9	Etävaikuttaminen	Puhelin, televisio, internet, some	VR/AR, etäiset ja muu kauko-ohjaus
10	Työn korvaus koneilla	Keskitetty, konevoimaan ja ihmisälyyn perustuva	Hajautettu, koneälyyn ja joukkoistukseen perustuva
11	Työ ja ansainta	Palkkatyö erikoistumiseen ja vaihdantaan liittyen	Yhteistyö, omavaraisuus, mikrotyttäminen
12	Terveys	Terveysthuollon järjestelmä, yleiset suositukset	Itsediagnostiikka, pelillistäminen, yksilöllinen ravinto
13	Toimintakyvyn avusteet	Laitos-, avo- ja omaishoito, halvat apuvälineet	Robotiikka, tekoäly, etäiset, keinoelimet, joukkoistus
14	Havainnot ja tietäminen	Sertifioituneet tutkimukset, raportit, uutiset	Tekoäly, joukkoistus, yksilön havaintovälineet
15	Osaaminen ja sen näyttö	Oppilaitokset ja niiden tutkimukset, työssä oppiminen	Käännetty ja itseoppiminen, AI, osaamisen näyttö
16	Elämykset	Tuottaja-kuluttajapainotus, massavihde, turismi	Pelit, jaettu VR-todellisuus, AR, vuorovaikutus, AI
17	Turvallisuus	Aineellinen yhteiskunnan turvallisuus, sosiaaliturva	Hajautettu, yksilöllinen ja joukkoistettu turva
18	Yhteistyökyky	Viranomaisen, brändien, hierarkioiden takaama	Vertaisluottamus alustojen ja läpinäkyvyyden kautta
19	Tarkoituksellisuus	Työ, asema, sosiaalinen verkosto	Aikaansaannokset, peukut, osallisuus, yhteisöllisyys
20	Valtarakenteet	Alueellinen valtarakenne, läpinäkyvyyden valta	Asiapohjainen subsidiariteetti, paikasta riippumattomuus

1.1 Henkilöliikenne



Arvonluontiverkoston raja: Henkilöliikenteen tavoitteena on siirtää ihmisiä paikasta toiseen. Tärkeimmät arvot ovat mukavuus, vapaus, turvallisuus ja kustannus. Mukavuuteen liittyy matkan sujuvuus, täsmällisyys ja fyysinen helppous. Vapauteen kuuluu yhtäältä mahdollisuus valita matka-aika ja matkakohde, sekä toisaalta mahdollisuus tehdä haluamiaan muita asioita matkan aikana. Turvallisuus koskee sekä matkustajaa että sivullisia ja ulottuu jatkuvuuteen ja kulkuvälineiden ympäristövaikutuksiin. Siirtymistarpeen ratkaisemisesta seuraava kustannus jakautuu matkustajan tai yhteiskunnan maksamiin kiinteisiin ja muuttuviin kuluihin.

Transformaation keinot ja arvot: Liikenteen robotisaatio vapauttaa kuljettajan. Joukko-liikennevälineitä voidaan pienentää, vuorovälejä tihentää ja yksilöllinen liikkuminen voidaan tarjota edullisesti palveluna. Jaettujen resurssien käyttö muuttuu aiempaa yksinkertaisemmaksi, kun liikennevälineen voi kutsua paikalle tarvittaessa ja sen voi jättää jatkamaan matkaa seuraavan tarvitsijan luo, kun sitä ei itse enää tarvitse. Tämä mahdollistaa myös matkaketjun suorittamisen yhä monipuolisemmin eri liikennevälineillä, josta polkupyörien nopeasti laajeneva yhteiskäyttö kaupungeissa on hyvä esimerkki. Robottiliikenne sallii myös ajokortittomien helpon ja edullisen yksilöllisen liikkumisen.

Liikenteen robotisaatio koskee sekä maantieliikennettä, raideliikennettä, ilmaliikennettä että vesiliikennettä. Se koskee sekä joukkoliikennevälineitä että muita henkilöliikennevälineitä. Suurin huomio kohdistuu robottiautoihin ja niiden kyvyt kehittyvätkin nopeasti. Ensimmäisessä vaiheessa robotiikka on avustanut kuljettajaa. Meneillään olevissa kokeiluissa autot hallitsevat tietyn alueen tai reitin autonomisesti. Tällaisilla ratkaisuilla on jo nyt suuri taloudellinen vaikutus.

Teknologiavalmius täydelliseen ihmisen kaltaiseen ajamisen autonomiaan on alan asiantuntijoiden mukaan käden ulottuvilla. NVidia on ilmoittanut uuden prosessorinsa kykenevän laiteteknisesti korkeimpaan ihmisen kaltaiseen 5-tason autonomiaan, kun tarvittavat ohjelmistot saadaan valmiiksi. GM on ilmoittanut saaneensa valmiiksi tuotantolinjan, joka kykenee valmistamaan satoja tuhansia autonomiseen ajoon tarkoitettuja robottiautoja vuodessa. Google on käynnistänyt täysin autonomisen robottitaksipalvelun Phoenixin keskusta-alueella.

Autoteollisuuden ja elektroniikkateollisuuden piirissä on tiedotettu lukuisista miljardi-investoinneista robottiliikenteen edistämiseksi. Näiden tietojen perusteella voidaan arvioida robottiautojen nopeimman markkinakasvun sijoittuvan 2020-luvun alkupuolelle ja jatkuvan 2030 luvulle saakka. Sovellusten monipuolistuminen ja palvelumarkkinan voimakas kasvu ajoittunevat 2030-luvulle.

Ilmaliikennettä varten on kehitetty autonomisia lentotakseja. Useat varteenotettavat organisaatiot suorittavat koelentoja laitteilla, jotka kyyditsevät matkustajan helikopterikentältä toiselle ilman kuljettajaa. Laitteet ovat valtaosin sähkökäyttöisiä ja tarkoitettu lyhyille matkoille ruuhkaisilla kaupunkialueilla. Akkujen ja sähkömoottoreiden kehitys tuonee liikku- mismuodon huomattavasti nykyisiä pienlentokoneita ja helikoptereita tavallisemmaksi 2020-luvun kuluessa.

Raideliikenteessä merkittävin robotisaation mahdollistama uudiste on Hyperloop, jossa sukkulat kulkevat magneettisella kitkattomalla radalla tyhjiössä lähes tuhannen kilometrin tuntinopeudella. Tekniikka mahdollistaa kaupunkien keskustojen välisten matka-aikojen kutistamisen esimerkiksi kahdesta tunnista kymmeneen minuuttiin ja vuorovälien kutistamisen tunneista minuutteihin. Ensimmäiset henkilöliikenteeseen tarkoitetut Hyperloop-radat on suunniteltu avattaviksi 2020-luvun alkupuolella.

Tärkeimmät robotisaatiota edistävät arvot liittyvät vapauteen, jonka liikkuminen palveluna tuottaa ja yhteiskäytön kustannustehokkuuteen sekä robottiliikenteen turvallisuuteen ja mukavuuteen. Robotisaatio helpottaa ajo-oikeuden poistamisen riskikuljettajilta. Ympäristöystävällisyys ja edelläkävijäidentiteetti ovat vaikuttavia tekijöitä, kuten myös kuljettaja- vastuun poistuminen.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Liikenneviraston tietojen mukaan kotimaan henkilöliikennesuorite on noin 74 miljardia henkilökilometriä. 90% tästä kertyy tieliikenteestä ja 20% joukkoliikenteestä. Valtaosa henkilöliikenteestä, runsaat 70% tapahtuu henkilöautoilla; tavallisimpia ovat lyhyet matkat. Joukkoliikenteestä vain vähäinen osa on täysin markkinaehtoista. Liikenteessä on noin 2.7 miljoonaa henkilöautoa. Rekisteröityjä moottoriajoneuvoja Suomessa on noin 5 miljoonaa.

Henkilöautoa ohjataan Suomessa noin miljardi henkilötuntia vuositasolla. Keskimäärin kul- lakin autolla ajetaan 17 tuhatta kilometriä vuosittain. Ajoneuvojen käyttöaste on hyvin al- hainen ja kiinteät vuosittaiset autonpitokustannukset huomattavat. Kukin yksi auto vaatii enemmän kuin yhden parkkipaikan työpaikkojen, palveluiden, viihteen tai asunnon lähei- syydestä. Vaikutukset kaupunkirakenteeseen ovat huomattavat.

Tavallista on, että henkilöautolla liikkuja ajaa autossaan yksin. Tyypilliset matkat tapahtuvat kodin, työpaikan ja asiointipaikkojen välillä ruuhka-aikoina. Tämä kuormittaa runkoreittejä ja hidastaa joukkoliikennettä. Runkoreittien kuormitus johtuu osittain liityntäliikenteen parkkipaikkojen puutteesta, osittain jatkoyhteyden tarpeesta runkoreittien jälkeen ja osittain mukavuudenhalusta.

Joukkoliikennettä voidaan pitää vuoroväleiltään ja reiteiltään hyvin järjestettynä suurissa kaupungeissa, mutta ongelmallisena haja-asutusalueilla. Joukkoliikenteen kehittäminen ei ole kyennyt estämään henkilöautokannan kasvua ja siitä aiheutuvaa ruuhkautumista. Henkilöliikenteen valtaregiimi on selkeästi yksityisautoilu, jota kaavoitus tiestöineen, katuiineen, parkkialueineen ja palveluiden sijoitteluineen pääosin palvelee.

Nykyistä valtaregiimiä säilyttävät ennen kaikkea olemassa olevat säädökset ja kaupunkiarkkitehtuuri. Monille ajaminen tai auton omistaminen on nautinto. Auton suoma liikkumisen vapaus on merkittävä haja-asutusalueilla nykyisen kaltaiseen joukkoliikenteeseen verrattuna. Myös auton melko korkea pitokustannus ja alhainen muuttuva kustannus suosivat auton käyttöä, jos auto jostakin syystä on hankittuna.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Robottiliikenne mahdollistaa edullisen palvelurakenteen, jossa yhdistyvät henkilöauton ja joukkoliikenteen hyödyt. Robottikuljetin voi nousta henkilön ovelta ja viedä perille tai joukkoliikenteen runkoreitin varteen. Koska robottiliikenteessä ei ole kuljettajakustannusta, ja korkeamman käyttöasteen vuoksi pitokustannukset jakautuvat suurempaan kilometrimäärään, on kilometrikohtainen kokonaiskustannus palveluna tarjotussa liikenteessä eli MaaS-liikenteessä yksityisesti omistettua autoa pienempi, vaikka muuttuva kustannus olisi sama. Käyttöasteen kasvun myötä MaaS-liikenteen muuttuvaakin kustannusta on mahdollista laskea ja täyttöastetta nostaa.

Palveluna saatu liikkuminen on vaivatonta ja huoletonta. Kansantalouden tasolla säästöt saattavat nousta jopa 10-20 miljardiin euroon vuositasolla Suomen mittakaavassa ja pääomia voi vapautua karkeasti arvioiden jopa 100 miljardin euron edestä autokannan pienenemisen ja kaupunkirakenteen tiivistyessä. Robottiliikenteen arvioidaan lisäksi tulevaisuudessa olevan merkittävästi kuljettajallista liikennettä turvallisempaa. Tämän kustannusvaihtelu Suomessa on laskentatavasta riippuen 1-2 miljardia euroa vuositasolla.

Riskit liittyvät vastuuepäselvyyksiin, systeemiin haavoittuvuuksiin ja tietosuojan. Vastuun mahdollisista ongelmista ja haavoittuvuuksista tulisi olla sillä taholla, joka ne voi kantaa ja, joka voi vähentää ongelmien määrää ja haavoittuvuuksia. Monet ajattelevat sen tahon olevan ajoneuvon valmistajan. On huomattava, että yksittäisen kansalaisen on käytännössä mahdoton vaatia oikeuksiaan ajoneuvovalmistajalta eikä suora juridinen vastuuttaminen ilman tehokkaita välikäsiä siksi riitä.

Kansallisella tasolla ajoneuvovalmistajien vastuuttaminen huonosta ajotaidosta on haaste ja suuri muutos nykyiseen ajatteluun. Huonon ajotaidon rinnalla on muita systeemiä haavoittuvuuksia, jotka liittyvät mm. tietoliikenneteitse tapahtuvaan kauko-ohjaukseen sekä ohjelmistopäivityksiin ja autojen käyttöön terrorismin tarkoituksissa. Robottiliikenne tulisi järjestää siten, että kaikki liikenneturvallisuutta vaarantava kauko-ohjaus estetään auton oman, paikallisen autonomian avulla, jota ei voi tietoliikenneteitse ohittaa.

Muutosta hidastavia tekijöitä on paljon. Ajoneuvojen käyttöikä on pitkä ja autokanta uudistuu hitaasti. Investoinnit ovat kotitalouksille suuria ja robottiliikenteen edetessä vanhojen autojen jälleenmyyntiarvo saattaa romahtaa. Autoista ei siis kannattavasti pääse eroon. Yksityisesti omistettu auto on monelle statussymboli ja vapauden sekä kyvykkyyden osoitus. Fyysinen infrastruktuuri ei sellaisenaan ole este, vaikka monet puhuvat älyteiden ja 5G-verkkojen tarpeesta robottiliikenteen yhteydessä. Ajoneuvovalmistajat kehittävät robottiautojaan tavalliseen tiestöön sopiviksi. Autot kuitenkin tarvitsevat tarkat digitaaliset kartat ja lukuisia muita palveluita. Robottiautot eivät esimerkiksi osaa tankata tai ladata autoa itse, ja myös ajoneuvojen puhdistukseen tarvitaan jokin vielä syntymätön palvelurakenne.

Toimialan rakenne ja regulaatioympäristö palvelevat nykyistä valtaregiimiä. Uusia toimijoita ja toimintatapoja tarvitaan, jotta robottiliikenne palveluna toimisi siten, ettei yksityisautolla enää olisi liikkumisen vapautta kasvattavaa merkitystä. Tekninen osaaminen on sekä palveluntarjoajilla että viranomaisilla riittämätön, mikäli muutos yksityisautoilusta liikkumiseen palveluna on ennakoidun nopea ja ajoneuvokanta samalla robotisaation yhteydessä muuttuu sähköiseksi ja valvomoista seurattavaksi.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Palveluna järjestettyyn kuljettajattomaan liikenteeseen siirtyminen synnyttää monia uusia ammatteja. Ajojärjestelijä vastaa, että liikennevälineet sijoittuvat odottamaan uusia kyytejä sinne, missä niitä seuraavaksi tarvitaan. Liikennetiedon analytiikka tuottaa tietoa ja suunnittelee roboteille uusia ajo-ohjeita ja liikennejärjestelmän säätöä. Kauko-ohjaaja valvoo ajoa ja selvittää ongelmatilanteita sekä opastaa kuljettajattomia ajoneuvoja, kun se ei osaa edetä tarpeen mukaisesti. Etäavustaja keskustelee matkustajien kanssa ja opastaa näitä ja autoa kohteen ja reitin valinnassa sekä päättää toimista henkilövahinkotilanteissa.

Ajoneuvosiivooja vastaa ajoneuvojen siisteydestä ja antaa tarvittaessa matkustajille palautetta epätoivotusta käyttäytymisestä. Kaupunkilennonjohtaja huolehtii lentotaksien reiteistä, laskeutumispaikkojen kunnosta ja varaustilanteesta. Robottipoliisi ja kuljettajattoman liikenteen tarkastaja valvovat kuljettajattomia liikennettä, sen palvelutasoa sekä siihen liittyviä turvallisuusuuhkia. Liikenne-eetikko konsultoi liikenteen eettisissä ja juridisissa vastuukysymyksissä. Robottiliikenteen vakuutusauditoija selvittää onnettomuustilanteita.

Muutoksen säädöstavoitteet: Liikennesektori on jo merkittävästi edistänyt uusien kulku-
neuvojen käyttöönottoa ja robotisaatiota mm. sallimalla sähköisen kevytliikenteen väli-
neitä ja edistämällä liikennettä palveluna Liikennekaaren avulla sekä edistämällä kokeilu-
kulttuuria.

Seuraavia toimia olisi syytä vielä erityisesti edistää: Robottiliikenteen häirintä tulisi kriminalisoida. Kaikki liikennemerkitieto, opastintieto ja ajoväylätieto tulisi saada automatisoidusti ja reaaliaikaisesti yhteiskäyttöiseen pilvipalveluun avoimena datana. Tieto voitaisiin saada valituista liikenteessä kulkevista ajoneuvoista, esimerkiksi Postin ajoneuvoista reaaliaikaisesti. Ilmatilan valvonta tulisi automatisoida kaupunkilennonjohdon osalta lentäjätömiä henkilölennättimien tarpeisiin. Erityisesti kulkureittien ja kulkuvaltuuksien määrittely liikenteen mahdollistamisen näkökulmasta olisi tärkeää.

Liikennekaareen liittyvä palvelurajapinta tulisi toteuttaa pikaisesti. Liikenteen tarjoajien ja matkustajasovellusten välisen rajapinnan yhteensopivuustarve kansainvälisten toimijoi-

den, esimerkiksi Lyftin vetämän allianssin rajapintojen kanssa tulisi huomioida. Robottiauton seurantavelvoite ja vahinkojen vastuuttaminen ajoneuvon valmistajalle tulisi säätää ennen robottiliikenteen laajaa käynnistymistä. Lakisääteisen vakuutuksen rooli ajoneuvojen käyttäjien, uhrien ja vastuutahojen välissä tulisi säilyttää, mutta sellaisella tavalla, jossa robottiauton alhainen onnettomuusherkkyys vähentää valmistajan kustannuksia.

Robottiliikenteeseen liittyvä koulutus niin toiminnan järjestämisen, teknisen kunnossapidon kuin valvonnankin osalta tulisi käynnistää pikaisesti ja laajana. Robottikuljetuspalvelun regulointi tulisi säätää tavalla, joka mahdollistaa samanaikaisesti jakamistalouden, autonvuokrauksen ja robottitaksitoiminnan kaltaiset mallit ja integroituu riittävin osin liikuminen palveluna -ajatteluun (MaaS).

Kansalliset erityispiirteet: Suomessa talviolosuhteet ja pitkät etäisyydet synnyttävät joukon kansallisia erityispiirteitä. Teknisesti robottiautot voivat selvitä talviolosuhteista, mutta se ei varmasti ole kaikkien ajoneuvovalmistajien korkein prioriteetti ja kansallisesti on tärkeää kyetä itse valvomaan ja edistämään asiaa. Teiden talvikunnossapito on merkittävä yksittäinen kustannus, jonka robotisointi olisi erityisen kiinnostava haaste Suomen olosuhteet ja kyvykkyydet huomioiden. Alla olevassa taulukossa TKID viittaa teknologiako-rin numeroon. Kaikki sata teknologiakoria löytyvät s. 402–412 taulukosta vaikuttavuusjär-jestyksessä.

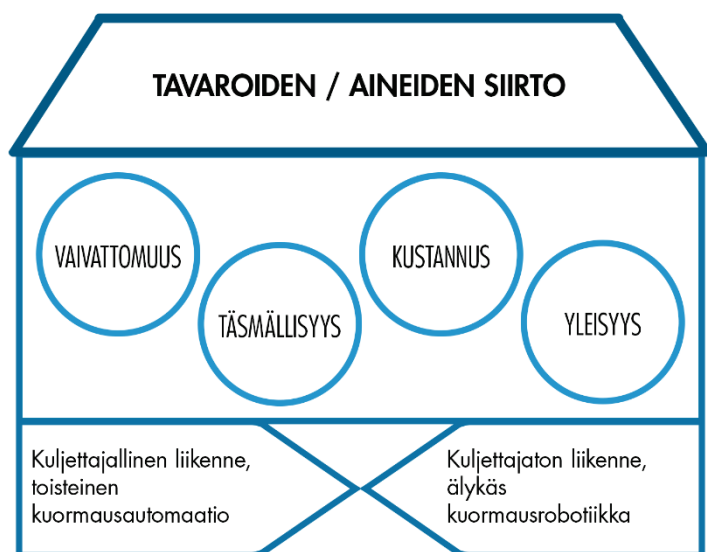
TKID	Henkilöliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Matkustusmukavuuteen vaikuttavien olosuhteiden, reitin ja viihteen säätäminen	3
2	DNA-pohjainen käyttöoikeustarkistus ja turvatarkistus.	1
3	Matkan rasittavuuden ja kehollisten tarpeiden tunnistaminen matkamukavuuden lisäämiseksi.	5
4	Vaarallisten tai haitallisten aineiden ja ainejäämien tunnistus robottiliikenteessä. Vaarallisten ympäristöolosuhteiden tunnistus.	5
5	Robottiauton ajoturvallisuus paranee auton erottaessa eri materiaaleja toisistaan ajoradalla sekä matkustajien vaarallisia kantamuksia.	5
6	Kvanttaminen ja paikannus suhteessa malliin tai absoluuttinen paikannus on välttämätön edellytys autonomiselle robottiliikenteelle.	20
7	IR-, THz- ja tutka-alueet ovat kaikki erittäin hyödyllisiä ympäristön skannaamisessa. IR/THz-alue on tehokas lyhyen kantaman radioyhteyksillä robottiautojen vuorovaikutuksessa.	5
10	Lidar-järjestelmät, joita robottiliikenteessä käytetään, perustuvat pieniin lasereihin. Laser sopii myös ajovaloihin ja materiaalitunnistukseen.	5
11	Robottitaksi voi keskustella asiakkaiden kanssa ja ymmärtää näiden toiveita. Verbotit kokonaisuutenaan tarvitsevat puhesynteesiä ja puheen tunnistusta.	3
12	Tekoälyn kehitys on autonomiselle robottiliikenteelle olennainen kustannustekijä ja teknologia on robottiautoissa välttämätön ainakin jo saavutetulla tasolla.	10
13	Alustojen avulla mobiililaitteisiin syntyy runsaasti sovelluksia monen kaltaisiin hahmontunnistuksen tehtäviin matkustusmukavuuden lisäämiseksi.	3
14	Matkustajien emootioiden tunnistus auttaa ongelmatilanteissa ja viihtyvyyden lisäämisessä. Kasvojen tunnistus helpottaa transaktioita ja lisää turvallisuutta.	3

TKID	Henkilöliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
15	Robottiliikennettä edistää mahdollisuus keskustella auton kanssa kohteesta, nähtävyyksistä. Auto voi myös ehdotta jatkoyhteyksiä ja majoituspalveluita tarpeen mukaan tai viihdyttää.	5
16	Robottiajoneuvo tarvitsee välttämättä reaaliaikaisen tilannekuvan ympäristöstään ja muista liikkujista. Muiden liikkujien ja materiaalien havaitseminen ja tunnistus on etu.	20
17	Matkatavaroiden kuvantaminen on turvallisuustekijä ja lisää palvelumahdollisuuksia.	1
20	VR-lasit viihdyttävät matkustajia robottiliikenteessä. Ongelmatilanteessa avustaja näkee auton tilanteen VR-laseissaan ja voi opastaa autoa tai matkustajia tarvittaessa.	3
22	Robottiauto kerää valtavat määrät tilannetietoa, jota voidaan käyttää robottiliikenteen opetukseen ja optimointiin sekä rahoitukseen.	3
23	Tekoälyn toiminta nopeutuu ja ajon vaatima laskenta kuluttaa vähemmän energiaa.	3
24	Kvanttikommunikaatio voi mahdollistaa murtovarman kauko-ohjauksen.	3
26	Luotettavaan autonomiseen ajoon vaadittava laskenta vaatii nyt hyvin kaltiin ja kilowattien tehon vaativan prosessorin, tehokkuuden parantaminen on välttämätöntä.	10
27	Robottijalat mahdollistavat heikkojalkaisten ja liikuntaesteisten liikkumisen ilman pyörätuolia ja normaalissa liikenteessä ja ilman avustajia tai erikoiskulkuneuvoja.	5
28	Henkilöauto on nykyään suurin liikennemuoto. Robotisointi mahdollistaa liikkumisen palveluna ja yksityisomisteisen autokannan radikaalin vähene- misen.	20
29	Kevyet, kannettavat sähkökulkuneuvot täydentävät tehokkaasti joukkoliikennettä.	10
30	Liikenteen valvominen helpottuu nelikoptereiden avulla.	1
31	Lyhyiden matkojen lento katolta katolle tai pihalta pihalle nopeuttaa kaupunkissa liikkumista ja vähentää ruuhkaisuutta sekä helpottaa liikennettä mm. saaristossa.	5
32	Liikenteen valvonta tehostuu jatkuvasti lentävien laitteiden avulla.	3
33	Foiling nopeuttaa vesiliikennettä. Robotisaatio tekee vesitaksit edullisemmiksi. Kevytrunkoiset laivat mahdollistavat uusia reittejä.	3
34	Matkanopeus ja aikatauluttomuus kaupunkikeskusten välillä mahdollistaa helpon työssäkäynnin ja asioinnin naapurikaupungeissakin. Vähentää autoilua.	10
38	Ajoneuvoja ja niiden osia voidaan 3D-tulostaa.	1
39	Katujen ja teiden korjauksen automatisointi rakenteiden 3D-tulostuksen avulla.	3
41	MaaS-liikenne helpottuu, kun liikennevälineet, reitit ja osoitteet ovat yksilöllisesti tunnistettuja ja niiden kaikkien kanssa voi kommunikoida yhtenäisellä tavalla.	3
42	Matkatavaroiden lastaukseen ja purkuun sekä kotiinkantoon voi liittyä robotisoitu palvelu.	3
45	Hyperloop 1200km/h ja autojen putkikuljetus 200km/h kaupunkien ali vaativat käytännössä passiivisen maglevin.	5
46	Ajoneuvojen sisätilan eristys on olennainen tekijä energiatehokkaissa kulkuvälineissä. Ilma-aluksista ja kevytliikennevälineistä saadaan kevyitä.	5

TKID	Henkilöliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
48	Lujat, kevyet siipirakenteet edesauttavat henkilölennättimiä.	3
49	Keveiden lujien materiaalien ja tehokkaiden akkujen edullisuus on olennaista lentolaitteille.	3
51	Yhteiskäyttöisten ajoneuvojen siisteys ja tartuntavaaran väheneminen ovat hyvin tärkeitä tekijöitä yksityisautoilun tarpeen vähentämisessä.	5
65	Ajo-oikeus säilyy useammalla vanhuksella. (Robottiliikenteen yleistessä ei iso asia.)	1
70	Sähköajoneuvojen energia on lähes maksutonta, jos ajoneuvon käyttöaste on alhainen ja maksimikapasiteetti suuri, koska ajoneuvo voidaan ladata omasta aurinkopaneelista.	5
73	Edulliset tehokkaat akut ovat välttämättömiä sähköautoissa ja kevyet tehoakut henkilölennättimissä sekä nopeasti ladattavat akut joukkoliikenteessä.	20
74	Synteettiset polttonesteet voivat mahdollistaa autoilun nykyisillä ja tulevilla polttomoottorilaitteilla hiilidioksidineutraalisti.	3
75	Halpa polttokenno mahdollistaa polttokennoauton.	3
76	Vedyn tiheä, turvallinen ja edullinen säilytys mahdollistaa vetykennojen helpomman käytön ajoneuvojen energialähteenä.	5
77	Toiminta paikallisen uusiutuvan energiantuotannon varassa kasvattaa sähköauton mielekkyyttä ja muuttaa ajokäyttäytymistä halvan energian suosi-miseen.	3
78	Synteettinen uusiutuvalla energialla valmistettava polttoaine kasvattaa polttomoottoreiden hyväksyttävyyttä ja vaikuttaa niiden polttoainekustannuksiin.	3
80	Kineettisen energian talteenotto parantaa kaiken liikkumisen energiatehokkuutta.	3
82	Sähköisten joukkoliikennevälineiden lataus pysäkeillä helpottuu.	3
83	Sähköistys yms. vaikuttaa kulkuneuvojen rakenteeseen, energiantarpeeseen, toimintasäteeseen, haittoihin, matkamukavuuteen, valmistukseen ym. olennaisesti.	10
84	Pelillistetty liikkuminen esimerkiksi MaaS-palvelun sovellusten avulla voi opettaa ihmiset ruuhkattomampaan ja sujuvampaan liikkumiseen.	3
86	Monet paikalliset kuljetuspalvelumallit voivat syntyä joukkorahoituksesta.	1
88	Henkilöliikenteessä kauko-ohjaajia ja etäavustajia voidaan tarvita, jos robot-tiautot eivät osaa yksin kaikkea. Uber yms. alustat hoitavat jo monia esi-miestehtäviä.	5
89	Liikennetiedon luotettavuus ja väärentämättömyys ovat tärkeitä.	3
91	Henkilöautoliikenne sopii alustapalveluksi globaalin homogeenisuutensa ja luottamusrakenteidensa selväpiirteisyyden vuoksi.	10
93	Verkkokaupan siirtyessä kotijakeluun, yksinkertaistuvat liikkumisreitit eikä tavaroita tarvitse kuljettaa mukana.	5
94	5G-verkko parantaa robottiliikenteen sujuvuutta ja matkustajamukavuutta. Välttämätön se ei robottiliikenteen kannalta ole, mutta hyödyllinen.	5
95	Pilvilaskenta helpottaa yhteisen reaaliaikaisen 3D-mallin ylläpitoa. ajoneu-von oman mallinnuksen tueksi ja ennakointitarkoituksiin sekä tienpitoa var-ten.	3
96	On mahdollista, että kaikki robottitaksien vaatima myynti, hallinto, ajami-nen ja valmistus tehtäisiin ulkomailla ja paikallista olisi vain infrastruktuuri ja kunnossapito.	10

TKID	Henkilöliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
98	Robottiliikenne vapauttaa yksin Suomessa miljardi tuntia ratissa pitämisen aikaa, josta suuri osa käytetään globaaliin digitaaliseen viihteeseen. Tämä lisää matkamukavuutta.	3
99	Omadatan siirto toimijalta toiselle voi helpottaa olennaisesti palveluita.	1
100	Liikennemerkkit ja reitit näkyvät AR-laseissa tai tuulilasissa. Reitillä olevat huomionarvoiset asiat selostetaan. VR-lasit viihdyttävät matkantekoa, jos sisältö on omien lasien kanssa yhteensopiva.	3

1.2 Tavaraliikenne



Arvonluontiverkoston raja: Tavaroiden, laitteiden, eläinten ja raaka-aineiden sekä jätteen siirto paikasta toiseen on tämän arvonluontiverkoston tavoite. Mukaan lasketaan toiminnallisten laitteiden siirrot, joissa laite esimerkiksi kulkee omilla pyörillään sekä nettetyt, joissa siirron suorittaa ihminen tai luonto. Esimerkkeinä mainittakoon leikkuupuumuri, tukinuitto ja päivittäistavaroiden nouto.

Tavallisimpia tavoiteltavia arvoja ovat siirtokeinoon vaivattomuus, täsmällisyys, kustannus ja yleisyys. Vaivattomuuteen liittyvät kuljetuksen tehokkuus, tarpeenmukaisuus ja yksinkertaisuus. Täsmällisyyteen kuuluu toimitusvarmuus ja sujuvuus. Kustannuksiin kuuluvat kaikki taloudelliset uhraukset, jotka siirron, kuljetusvälineiden ja reittien vuoksi joudutaan tekemään. Yleisyys on erikseen tavoiteltu asia, koska se vähentää investointien riskejä. Lisäksi se tuottaa standardoitumisen kautta merkittäviä kustannushyötyjä.

Transformaation keinot ja arvot: Tavaraliikenne perustuu nyt toisteiseen automatiikkaan ja ihmistyöhön. Älykäs robotisaatio mahdollistaa tavaroiden kustannustehokkaan lajittelun ja autonomisen kuljetuksen. Tämä sallii yksittäisten tavaroiden kustannustehokkaan siirtämisen valmistajalta kuluttajalle ja materiaalivirtojen tarpeen mukaisen toimittamisen valmistajille. Tavoitteena on logistiikan MaaS, jossa tavaraliikenteeseen liittyy avoin digitaalinen alusta. Sen osia ovat tavaroiden yksilöinti, joukkoistettu osallistuminen sekä korkea robotisaatioaste tavarantoimituksessa valmistajalta käyttöpaikalle ja sieltä kierrätykseen saakka.

Tavaroiden yksilöllinen pakkaus, kuormaus, purku ja lajittelu robotisoituvat nopeasti. Tätä tukemaan kehitetään yksilöllisiä pakkausmerkkintöjä ja yleiskäyttöisiä robotteja. Robotit kykenevät keräämään, pakkaamaan, siirtymään ja siirtämään tavaroita joustavasti valmistuslinjojen, kuljettimien ja varastotilojen tai myymälöiden hyllykköjen välillä. Satamalogistiikassa tämä automaatio on jo konttien osalta tapahtunut, mutta toteutuu tarkastelujaksolla pienessäkin mittakaavassa.

Henkilöliikenteen robotisaatio on synnyttämässä teknologian robottiajoneuvoihin, joka on sovellettavissa liikenteeseen laajemminkin. Pienet jalkakäytävällä liikkuvat tavarankuljettimet, robotisoidut jakeluautot ja rekat ovat kokeiluvaiheessa. Teknologia on sovellettavissa myös raideliikenteeseen, vesiliikenteeseen ja ilmaliikenteeseen. Kukin autonomisesti toimiva liikenneväline tarvitsee konenäköä ja kykyä monenlaisten yllätyksellisten tilanteiden hallintaan ja perusteknologia on yhteinen, vaikka kukin ympäristö sisältää erityispiirteensä ja tarpeensa.

Robotisoiduista laivoista voidaan jättää miehistön tarvitsemat tilat ja laitteet pois. Tämä kasvattaa rahtitilaa ja vähentää kustannuksia. Henkilökustannusten jäädessä pois voivat laivat myös laskea nopeutta ja säästää sen avulla merkittävästi polttoainekustannuksia. Robottilaivoja kehitetään sekä valtameriliikenteen että sisävesiliikenteen tarpeisiin. Myös robotisoidut tutkimus- ja jätteidenkeruualukset ovat kehitystyön kohteina.

Nelikoptereilla ja muilla droneilla tapahtuva miehittämätön tavaroiden ilmakuljetus on käyttöönottovaiheessa. Pienten lääkepakettien kuljetuksen lisäksi puhutaan jo satojen kilojen painoisten tavaroiden kuljettamisesta ja selkeästi laajoista kaupallisista nelikoptereilla tavaraa kuljettavista jakeluverkoista.

Heterogeenisen kuljetusketjun hallintaan kehitetään tavaroiden ja ajoneuvojen yksilölliseen tunnistamiseen, sijaintitiedon ja ohjauksen pilvipalveluiden lisäksi fyysisiä rajapintoja. Näiden luoman digitaalisen ja fyysisen infrastruktuurin kautta tavara voi siirtyä yhdeltä kuljettajalta toiselle, vaikka näillä ei olisi keskinäistä sopimussuhdetta. Älykkäät yhteiskäyttöiset lokerikot voivat avata pääsyn tavarahan sille, jolla sen kuljettamiseen on oikeus. Näiden toimien avulla voidaan saada tavaroille MaaS-palvelun tyyppisiä vastineita, joissa kuljetusketju tavaralle syntyy tarpeen mukaan ja koostuu kulloinkin saatavilla olevista kuljetusmuodoista.

Tärkeimpinä muutosta edistävinä arvoina voidaan pitää yksilöllisyyden tarvetta, ihmisten kotikeskeisyyttä ja kustannustehokkuutta, mutta myös globalisaatiota ja verkkokaupan tuomaa vaivattomuutta ostamisessa ja vaihtoehtojen vertailussa. Tavaravirtojen heterogeenisuuden, hetkellisuuden ja oikullisuuden merkitys murroksessa on merkittävä.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Tavaraliikenteen perusratkaisut on nyt toteutettu teollisuuden ja kaupan ehdoilla. Pääosin käytetään henkilöliikenteen kanssa yhteistä infrastruktuuria. Lyhyessä meriliikenteessä Suomi nojaa RoRo-aluksiin. Tämä vähentää uudelleenlastausarvetta ja maksimoi kaupan käyttämien kuormalavojen kapasiteetin. Raaka-ainelasteja lukuun ottamatta valtameriliikenne perustuu konttikuljetuksiin, jotka kontit ovat pääosin homogeenisesti pakattuja ja kulkevat teolliselta valmistajalta logistiikkakeskukseen uudelleenlajitteluun. Tämä merikonttien kuljetusosuus on tyypillisesti hyvin edullinen suorien suurien kauppakeskusten ja kaupan keskusliikkeiden logistiikkaketjuja.

Raaka-aineet keräillään tiloilta ensisijaisesti teollisuuteen, joka toimittaa valmisteet vientiin tai tukkuliikenteelle edelleen kotimaassa jaeltavaksi. Pääosa tavarasta kulkee kotimaan liikenteessä maantiekuljetuksina, mutta teollisuuden keskitetysti käsittelemissä raaka-aineissa junakuljetusten osuus on suuri. Sisävesiliikenteen osuus tavarankuljetuksessa on Suomessa nykyisellään vähäinen.

Vähittäiskaupassa tavaroiden kotiinkuljetus tapahtuu pääosin itsepalveluna ja kuluttajien omina henkilöautokuljetuksina. Tämän synnyttämä parkkipaikkatarve on vaikuttanut kauppajien sijoitteluun ja kaavoitukseen. Useista muista raporteista poiketen tavaroiden nouto nähdään tässä tavaraliikenteenä, ei henkilöliikenteenä, koska sen ensisijaisena tavoitteena on tavaroiden siirto.

Liikenneviraston tietojen mukaan kotimaan liikenteessä kuorma-autojen kuljetussuorite on noin 20 miljardia tonnikilometriä, rautateiden kuljetussuorite noin 10 miljardia tonnikilometriä ja vesiliikenteen osuus noin 2 miljardia tonnikilometriä. Ulkomaankaupasta meriliikenteen osuus on lähes 90%. Ostos- ja asiointimatkoista tehdään 87% henkilöautoilla eikä tätä osuutta siis tavallisesti tilastoida logistiikkakustannuksiin.

Tärkeimmät valtaregiimiä säilyttävät arvot liittyvät nykyisiin normeihin, haluun säilyttää vanhat toimialarakenteet ja työpaikat sekä kulutustottumuksiin.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Kun tavarat kulkevat sujuvammin valmistajilta asiakkaille, vähentyvät asiointiliikenteen tarve, tavaroiden varastointitarve ja vanhenemiseen sekä ennustevirheisiin liittyvä hävikki. Samalla jakelulogistiikka tehostuu, ruuhkaisuus vähenee, kaupunkirakennetta ja tavaroiden saatavuutta voi parantaa ja monipuolistaa. Erityisen suuria hyötyjä seuraa myös haja-asutusalueille tavaroiden helpompana saatavuutena sekä toimituskyvyn parantumisena. Jakelulogistiikan avautuminen johtaa myös laajempaan kilpailuun, kun valmistaja ei ole riippuvainen pääsystä tukkuliikenteen kanavaan.

Suurimmat riskit liittyvät työllisyysvaikutuksiin, mikäli vanhat työpaikat automatisoituvat. Uudistuminen ja korvaavan lisäarvon kehittäminen saattavat tapahtua niin hitaasti, ettei uusia työpaikkoja synny menetysten tahtiin, ne syntyvät rajojen ulkopuolelle tai niihin ei riitä tarvittavaa osaamista.

Logistiikan automatisointi johtaa myös helposti systeemiin ongelmiin ja keskitettyihin riskeihin sekä vikaantumisen että tahallisten toimintaa vaikeuttavien kyberhyökkäysten avulla. Näiden ohella on huomattava, että heterogeenisten pakkausten joukossa on entistä helpompi toimittaa luvattomia tai vaarallisia aineita anonyymisti. Robotisoidun logistiikan on tarpeellista tunnistaa kuljettamansa tavarat tai varmentaa lähettäjien vastuullisuus.

Muutosta hidastavat sekä työnantajajärjestöjen että työntekijäjärjestöjen asenteet, väestön tottumus kaupassakäyntiin ja olemassa oleviin tuotenimikkeisiin sekä markkinointikanaaviin. Muutosta hidastaa myös henkilöautojen muuttuvien kustannusten vähäisyys, kaavoittajan halu suosia vanhoja menettelyitä, ja haluttomuus ratkaista kuluttajalle asti tapahtuvan jakelun ongelmia. Toimialan voimakas vertikaalirakenne estää rakennemuutosta eikä horisontaalisia rajapintoja ole reguloidun toimesta synnytetty. Digitalisaatio on tältä osin jäänyt huomiotta.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Kun tavarat kulkevat robotisoidusti valmistajalta asiakkaalle, vähenee tai loppuu ajoneuvojen kuljetustarve. Kustannustehokkuuden parantuaessa merkittävä osa nyt itsepalveluna suoritetusta keräilystä ja kuljetuksesta siirtyy palveluna tehtäväksi. Tavaranylähettäjän ja tavarankulun valvojan kaltaiset pienhuolitsijan ja kuormanpurkajan tehtävät lisääntyvät. Täyttöasteen valvojan ja -järjestelijän tehtävä kuuluu huolitsijoille tai kuljetusyrityksille. Robottiliikenteen ohjaukseen ja valvontaan syntyy ”fleet manager” -tehtäviä. Joukkoistettu kuljetus vaatii alustansa ja valvojansa, vikaantuneet tavararobotit ja niiden jättämät tavarat robottikuljetusten pelastajansa.

Tavaroiden kaukolastaajien ja purkajien tehtävät kuuluvat kasvavien tehtävien joukkoon. Kuljetusreittien kartoitus etenkin vähittäisjakelussa työllistää. Kartoittajan lisäksi robottiliikenteen esteettömyystarkastajia tarvitaan. Elintarviketoimitusten suunnittelija ja tavarankulun hiilijalanjäljen laskija voivat olla uusia ammatteja. Myös jakelulokerikkojen asennus, siivous ja valvonta tulevat työllistämään, mikäli yhtenäinen ja laajasti käytettävissä oleva infrastruktuuri saadaan syntymään. Osaamisvaje on erityisen suuri liittyen dronukuljetuksiin ja heterogeenisten tavaroiden hajautettuun lajitteluun.

Muutoksen säädöstavoitteet: Kävelyetäisyydellä ja liikenteen solmukohdissa olevat avoimet jakelulokerikot tulisi järjestää osana liikenneinfrastruktuuria siten, että joukkoistetun jakelun avoin, eri osapuolia yhdistävä kuljetusketju mahdollistuu. Tämä tulisi huomioida maa- ja rakennuslain uudistuksessa. Tavaroiden autonomisen dronejakelun sallimiselle tulisi asettaa selkeä ja nopea tavoiteaikataulu. Droneliikenteen ja muun robottiliikenteen häirintä tulisi kriminalisoida ja robottien suorittama häirintään liittyvä valvonta sallia.

Dronejakelun vastaanottopisteet tulisi määrätä kaavassa jakelulokerikkojen osaksi. Tavaroiden jakelu tulisi osoite ja omistajatietojen osalta digitalisoida siten, että tavarassa itsessään on yksilöllinen identiteetti, jonka perusteella tarvittavat muut tiedot löytyvät pilvestä, jos tietoihin on oikeus. Näiden tietojen tulisi olla saatavilla pilvestä valmistajariippumattomasti, logistiikkarobottien tarvitsemassa laajuudessa ja muodossa. Säädöstavoitteena tähän riittää se, että valtion ja kuntien omat käytännöt ja valtion laitosten käytännöt siirtyvät uuteen osoitetapaan. Logistiikkakoulutus tulisi saattaa odotettavissa olevaan robottiaikaan. Tämä koskee niin suunnittelun, johtamisen kuin operatiivisen tason kausi- ja päivittäistehtäviä.

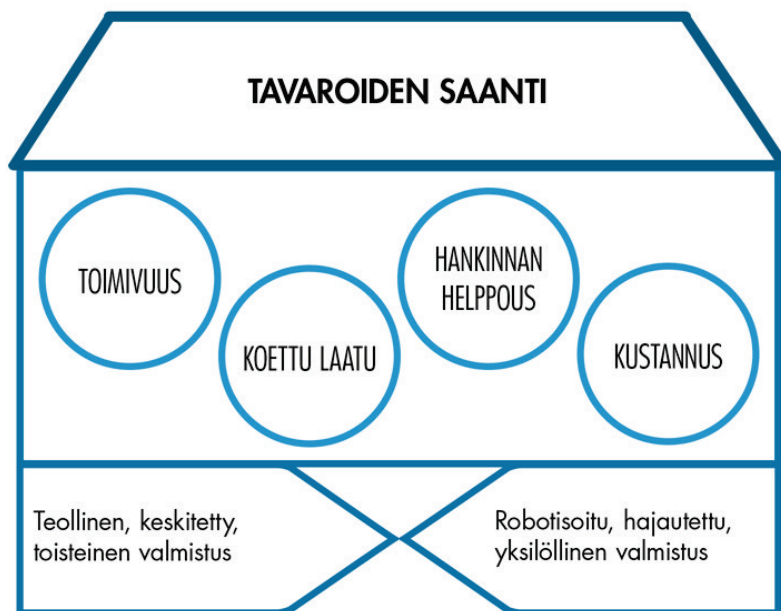
Kansalliset erityispiirteet: Suomi kuljettaa poikkeuksellisen pienen osan sisäisistä tavaravirroista konttiliikenteessä ja useita kuljetusmuotoja yhdistelevää liikennettä on vähän. Tämä johtuu yhtäältä kaupan käyttämien kuormalavojen koosta ja toisaalta rautateiden ja sisävesisatamien vähäisestä halusta panostaa robotteihin, jotka siirtäisivät kuormia kuljetusmuodosta toiseen. Kaupan voimakas keskittäminen on myös johtanut suljettuihin logistiikkarakenteisiin. Logistiikkakustannukset ovat karkeasti kaksinkertaiset muun Euroopan keskiarvoon verrattuna.

TKID	Tavaraliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
2	Biometriset lähettäjätiedot ja autentikointi, biomateriaalien vastaanottotarkistus.	3
3	Eläinkuljetuksissa tarvittava terveyden ja olosuhteiden seuranta.	3
4	Vaarallisten aineiden ja ainejäämien tunnistus pakettien pinnasta ja ilmaan haihtuvista kaasuista. Esimerkiksi räjähteiden ja huumeiden tunnistus. Tuoreuden tunnistus.	5
5	Vaarallisten tavaroiden tunnistaminen sekä kuljetuksessa että vastaanotossa ja robottiliikenteessä ajoväylällä olevien esteiden materiaalin tunnistus.	10
6	Kuvantaminen ja paikannus suhteessa malliin tai absoluuttisesti on välttämätön edellytys autonomiselle robottiliikenteelle.	20
7	IR-, THz- ja tutka-alueet ovat kaikki erittäin hyödyllisiä ympäristön ja tavaroiden skannaamisessa. IR/THz-alue sopii robottien keskinäiseen lähialueen viestintään.	10
10	Lidar-järjestelmät, joita robottiliikenteessä käytetään, perustuvat pieniin lasereihin. Laser sopii myös ajovaloihin ja materiaalitunnistukseen.	5
11	Jakelurobotti voi keskustella asiakkaiden kanssa (verbot) ja toimia esimerkiksi myymälänä.	3
12	Tekoälyn kehitys on autonomisen robottiliikenteen kehitykselle välttämätön.	10
13	Alustojen avulla voidaan helposti kehittää erikoistuneita tavarankuljetuslaitteita kapeisiinkin markkinasegmentteihin.	5
14	Kasvojen tunnistus helpottaa transaktioita ja turvallisuus paranee.	1
15	Kyky keskustella verbottina tavaroiden vastaanottajien kanssa toimitusajoista, reiteistä ja tilauksista edistää jakelurobottien toimintaa.	5
16	Robottiajoneuvo tarvitsee välttämättä reaaliaikaisen tilannekuvan ympäristöstään ja muista liikkujista. Muiden liikkujien ja materiaalien havaitseminen ja tunnistus on etu.	20
17	Tavaroiden tunnistus, niihin tarttuminen, niiden pakkaaminen ja purkaminen helpottuvat.	5
19	Pakkaaminen ja purku helpottuvat, kun lasit osoittavat tavarat ja niiden toivotavat paikat.	5
20	VR-lasit auttavat purku- tai lastauskoneen kauko-ohjaajaa ongelmatilanteissa.	3
21	Tavaroiden robotisoidun lastauksen ja purun vaatiessa hienovaraista kauko-ohjausta, tämä toimii luontevimmin liikkeisiin perustuvilla haptisilla ohjaimilla ja VR-laseilla.	5
22	Robottiauto kerää valtavat määrät tilannetietoa, jota voidaan käyttää robottiliikenteen opetukseen ja optimointiin sekä käyttökustannusten rahoitukseen.	3
23	Yhä pienemmät laitteet jaksavat kantaa autonomiseen ohjaukseen tarvittavan tekoälyn ja kuormalle jää enemmän tilaa. Suurin hyötyjä on pienpakettien nelikopteritoimitus.	10
24	Kvanttikommunikaatio voi mahdollistaa murtovarman kauko-ohjauksen.	3
25	Yhä pienemmät sensorit ja tehokkaampi elektroniikka mahdollistavat pienemmät laitteet.	3
26	Luotettavaan autonomiseen ajoon vaadittava laskenta vaatii nyt hyvin kalliin ja kilowattien tehon vaativan prosessorin, tehokkuuden parantaminen on välttämätöntä.	10
27	Kävelevä robotti on tarpeen tavaroiden robotisoidussa jakelussa kotitalouksiin. Eksoskeleton helpottaa ”manuaalista” kuormausta ja lastausta.	5

TKID	Tavaraliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
28	Robottiauto mahdollistaa jakeluliikenteen kustannusten radikaalin alentumisen ja tavaroiden tehokkaan jakelun kotitalouksiin.	20
29	Kevyet tavarankuljettimet edesauttavat logistiikkaa, tavaroiden kanssa kulke- mista ja mahdollistavat kustannustehokkaan lähijakelun sopivissa olosuhteissa.	5
30	Nelikopterit ja muut dronet voivat kuljettaa tavaraa lyhyiden etäisyyksien jake- lussa ja pikatoimituksissa pitkilläkin matkoilla hyvin energiatehokkaasti ja nope- asti.	20
32	Ilmalaivojen renessanssi helpottaa tavarakuljetuksia maanteistä riippumatta ja parantaa energiatehokkuutta moniin muihin kuljetusmuotoihin verrattuna.	3
33	Pientoimitukset vesiliikenteessä helpottuvat robotisaation myötä, kuten suuret- kin rahdit. Kevytrunkoiset laivat mahdollistavat sisävesien suuremmat rahdit ja uusia väyliä.	5
34	Satamat voidaan siirtää merelle ja terminaalit sisämaahan. Tavarat liikkuvat energiatehokkaammin ja nopeammin. Tuotetavaran kauppa-alue laajenee.	5
37	Herkkien tavaroiden kauko-ohjattu tai robotin autonomisesti suorittama pak- kaus ja purku edellyttävät tuntoherkkiä käsiä.	5
38	Sarjojen lyheneminen ja valmistuksen asteittainen palautuminen paikalliseksi muuttaa tavaraliikenteen luonnetta yksilöllisemmäksi ja heterogeenisemmäksi.	5
39	Katujen ja teiden korjauksen automatisointi rakenteiden 3D-tulostuksen avulla.	1
40	Tavaralähetyksiä kokoavien robottien parviäly voi tehostaa varastologistiikkaa erittäin paljon. Tuotevirheiden huomaaminen keräilyvaiheessa säästää paljon työtä.	5
41	Tavaroiden yksilöllinen identiteetti mahdollistaa joukkoistetun tavaraliikenteen, osoitteen muutoksen kuljetuksen aikana ja oikeuksiin sidotun avaimenhallinnan tavaran vaihtaessa käsiä.	10
43	Varastologistiikkaan kehitetään uusia tavaroiden siirtotapoja.	1
45	Hyperloop ja muu tavaroiden kitkaton kuljetus. Laivojen ja rekkojen kitkan vä- hentäminen.	3
46	Kylmäkuljetukset tai muu olosuhdevaatimus ja pakkausten eristävyys. Sisäve- sialuksista ja ilmakuljetuksista saadaan kevyempiä.	5
48	Lujat, kevyet siipirakenteet edesauttavat lentokuljetuksia.	1
49	Keveiden lujien materiaalien ja tehokkaiden akkujen edullisuus on olennaista lentolaitteille.	3
50	Jätehuolto on osa tavaraliikennettä ja uudet erotustekniikat vaikuttavat tavaroi- den käsittelytapoihin ja jätteiden hyötyyn raaka-aineina ja sitä kautta siirtoreit- teihin.	5
51	Materiaaliliikenteen säiliöiden, kuljetustilojen ja siirtolaitteiden puhtaus on olennaista.	3
53	Keinotekoisten lihaksien ja ihon avulla saadaan aikaan parempia tavaroita käsit- televiä ja siirtäviä robotteja varastoihin, myymälöihin, laitoksiin ja lähijakeluun.	5
66	Elintarvike-, eläinkuljetus- ja rehulogistiikka muuttuvat olennaisesti.	5
67	Elintarvikelogistiikan tarpeet muuttuvat täydellisesti viljelyn siirtyessä syklisestä ja maatalousvaltaisesta jatkuvaan kaupunki- ja tehdasviljelyyn.	5
69	Kylmäkuljetusten tarve lisääntyy pakastuksen tehostuessa ja laadun parantu- essa.	3
70	Sähköinen liikenne hyötyy edullisesta aurinkoenergiasta ja vaikutus voi olla olennainen esimerkiksi kevyelle vesiliikenteelle ja junaliikenteelle ainakin eteläi- sissä maissa.	5

TKID	Tavaraliikenne: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
73	Edulliset tehokkaat akut ovat välttämättömiä sähköautoissa ja kevyet tehokkaat akut tavaraa kuljettavissa koptereissa sekä nopeasti ladattavat akut muussa tavaraliikenteessä.	10
74	Syntheettiset polttonesteet voivat mahdollistaa autoilun nykyisillä polttomoottorilaitteilla hiilidioksidineutraalisti.	3
75	Vetykenno mahdollistaa akkuja pidemmän lentoajan nelikoptereilla.	3
76	Vedyn tiheä, turvallinen ja edullinen säilytys mahdollistaa vetykennojen helppomman käytön ilma-, meri- ja maa-alusten energialähteenä.	5
78	Syntheettinen uusiutuvalla energialla valmistettava polttoaine kasvattaa polttomootoreiden hyväksyttävyyttä ja vaikuttaa niiden polttoainekustannuksiin.	3
80	Kineettisen energian talteenotto parantaa energiatehokkuutta.	3
81	Sädeaseilla voidaan haitata liikennettä tehokkaasti.	1
82	Robotisoitujen jakeluautojen ja koptereiden lataaminen langattomasti kuormauksen yhteydessä.	5
83	Sähköistys yms. vaikuttaa kulkuneuvojen rakenteeseen, energiantarpeeseen, toimintasäteeseen, haittoihin, matkamukavuuteen ja valmistukseen olennaisesti.	10
84	Logistiikkavaikutusten pelillistäminen voi vaikuttaa kuluttajien valintoihin.	1
85	Aikapankit voivat lisätä tavarankuljetuksen vertaisapua lähiyhteisöissä. Kryptovaluuttojen laaja käyttö lisää rikollisen tavaran toimituksia ja vaikeuttaa tavaraliikenteen valvontaa.	1
86	Monet paikalliset kuljetuspalvelumallit voivat syntyä joukkorahoituksesta.	1
88	Robottiauton korvatussa autonkuljettajan, tarvitaan purkuun tai lastaukseen ja ongelmatilanteisiin ihmisen kauko-ohjausapua.	10
89	Tavaraliikenteen tiedon anonymisointi ja liikennevälineiden saamien reittiohjeiden salaaminen tai autentikointi on merkityksellinen asia sekä rikollisille että kyberturvamielessä.	3
90	Alustat voivat organisoida lähijakelun sekä lähivalmistuksen materiaali kierrätyksen.	5
91	Tavaroiden kuljetus hajautettuna alustapalveluna voi kasvaa merkittäväksi, mutta edellyttää nouto- ja jättöpisteiden vakioitumisen.	5
92	Tavaraliikenteessä modulaarisuus edesauttaa esimerkiksi etähuollinnan, varastologistiikan, kuormauksen, pienjakelun ja kotiinkannon kysymyksissä.	10
93	Verkkokauppa muuttaa tavaraliikennettä olennaisesti heterogeenisempaan suuntaan. Suurempi osa tavaroista jaellaan loppuasiakkaille noutoperiaatteella toimivan vähittäiskaupan sijaan.	5
94	5G-verkko on tavaraliikenteen kannalta olennainen, jotta tavaroiden kuormaus, purku jne. voidaan tarvittaessa avustaa kauko-ohjatusti.	5
95	Tavaraliikenne edellyttää laajan mahdollisimman reaaliaikaisen tiedon sekä ulko- että sisätiloista ja reiteistä maalla, merellä ja ilmassa. Tämä tukee laitteen omia havaintoja.	5
96	On mahdollista, että pääosa tavaraliikenteen myynti-, huolinta-, ajo-, kuormaus- ja valmistustyöstä tehtäisiin ulkomailla. Paikalliseksi jäisi vain infrastruktuuri ja kunnossapito.	10
97	Kuormakirjojen ja logistiikan huollinnan hajauttaminen mahdollistuu.	5
99	Logistiikan historiatiedon (MyData/GDPR) siirto toimijalta toiselle voi helpottaa tavaraliikennettä.	3
100	VR-laseja käytetään logistiikan kauko-ohjauksessa.	3

1.3 Tavaroiden valmistus



Arvonluontiverkoston raja: Fyysisten tavaroiden ja laitteiden saanti ja valmistus saatavilla olevista raaka-aineista on tämän arvonluontiverkoston päämäärä. Rajauksen ulkopuolelle jäävät elintarvikkeet sekä kiinteä rakennettu ympäristö, jotka käsitellään omissa arvonluontiverkostoissaan.

Tärkeimmät tavaroihin ja laitteisiin liittyvät arvot ovat toimivuus, koettu laatu, hankinnan helppous ja kustannus. Toimivuuteen liittyy tarkoituksenmukaisuus ja esimerkiksi esteettiset arvot, mikäli esineen on tarkoitus miellyttää silmää. Toimivuuteen liittyy myös käytön helppous ja muu käytännöllisyys esimerkiksi huoltotilanteissa. Koettuun laatuun liittyy odotus pintamateriaaleista, fyysinen kestävyys ja pitkäikäisyys esimerkiksi standardinmukaisuuden tai modulaarisen rakenteen ja helpon kunnossapidettävyyden kautta. Hankinnan helppoutta vähentää etsimisen, vertailun, noutamisen ja kierrätyksen vaiva sekä pitkä odotusaika. Kustannukseen kuuluvat odotettavissa oleva käyttökustannus ja hankintakustannus.

Transformaation keinot ja arvot: Nykyisen suuriin valmistussarjoihin ja hierarkkiseen jakeluun perustuva tuotantorakenne voi tulevaisuudessa robotisaation kehittyessä hajautua siten, että kasvava osa tavaroista valmistetaan asiakkaiden lähellä, heidän yksilöllisten tarpeidensa mukaan. Joustavat tuotantolinjat ja satelliittivalmistus ovat jo askel tähän suuntaan. Digitaalinen valmistus yhdistää suunnittelun ja valmistuksen tehtäviä ja kasvattaa alihankkijan vastuuta mallipohjaisen määrittelyn kautta osaksi saumatonta tuotannollista kokonaisuutta. Tuotanto ja palvelu lähestyvät toisiaan.

Maaillmankauppa on WTO:n tietojen mukaan usean vuoden ajan kasvanut hitaammin kuin globaali kansantuote. Tämä viittaa siihen, että valmistuksen paikallinen osuus olisi jo nyt kasvussa. Äärimmilleen vietyä kehitys tarkoittaisi käsityöläisajan kaltaista toimintaa, jossa tavaroita valmistetaan sekä omaan tarpeeseen että palveluna asiakkaille mittojen ja toiveiden mukaan.

Tehokas yksilöllinen tuotanto edellyttää digitaalisesti ohjattuja, teknisesti joustavia koneita, jotka kykenevät vaivattomasti muuttamaan toimintatapaansa tarpeen mukaan. 3D-tulostimet ovat hyvä esimerkki tämän suuntaisesta kehityksestä. 3D-tulostuksen tekniikoita on useita, eikä mikään yksi laite sovi kaikkiin tarkoituksiin, mutta joustavuus ja monipuolisuus sekä tehokkuus ja laatu paranevat jatkuvasti. Näillä laitteilla valmistetaan jo vaativat teolliset normit täyttäviä lentokoneiden ja autojen osia, silmälaseja ja proteeseja, lääketieteellisiä instrumentteja, mutta myös paljon kestopulustustavaroita, kuten kenkiä ja koristeita. Käytetyt materiaalit ulottuvat metalleista ja muoveista keramiikkaan, komposiitteihin ja biologisiin materiaaleihin.

3D-tulostuksen lisäksi myös perinteisen automaation puolella syntynyt numeerinen työstö ja kokoonpanotekniikka kehittyvät jatkuvasti joustavampaan suuntaan. Tekstiiliteollisuudessa kankaat voivat muuttua yksilöllisiksi ja robotit kykenevät automaattisesti ja yksilöllisesti ompelemaan yksinkertaisia vaatekappaleita. Robotit myös muuttuvat yhä enemmän ihmisen kaltaisiksi monitaitureiksi. Robotti voi tarpeen mukaan siirtyä kohteen luo ja esimerkiksi tarttua siihen toisella kädellä ja valita sopivan työkalun toiseen käteen ja suorittaa työstöön tai kokoonpanoon liittyvän toimenpiteen. Robottien mukautuvuuden seurauksena varsinaista tuotantolinjaa tai liukuhihnaa ei tarvita, vaan yksi ja sama robotti voi tehdä suuren joukon työvaiheita valmistaen ensin esimerkiksi tuolin ja seuraavaksi jakkaran.

Tekoäly ja uudet mittauss- sekä mallinnustekniikat, erityisesti parametroitu mallinnus, nopeuttavat yksilöllistä suunnittelua. Tavarankäyttötarpeen ja käyttäjän tai käyttöympäristön mittaaminen voidaan uusilla kuvantamistekniikoilla automatisoida, ja tekoäly voi esittää toivotun tyylin mukaisia luonnoksia hyväksyttäväksi ja laatia sen jälkeen roboteille valmistusohjeet.

3D-skannaus, robotisaatio ja 3D-tulostus yhdistävät digitaalisen ja fyysisen maailman. Ne muodostavat tavaroiden digitaalisen valmistusketjun, jossa aika tilauksesta toimitukseen lyhenee ja monet vaiheet jäävät pois tai yhdistyvät toisiinsa. Toiminnan rakenne muuttuu joustavaksi, koska yksi työntekijä voi hallita tuotannon valmistusketjun lisäksi osia asiakkaan ja alihankkijoiden ketjusta.

Tärkeimmät muutosta edistävät arvot liittyvät yksilöllisyyteen tai pieniin valmistussarjoihin ja erityistarpeisiin sekä laajan valikoiman merkitykseen. Myös kilpailullisella joustavuudella on kehitystä edistävä vaikutus.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Nykyisin lähes kaikki tavarat tuotetaan suurissa teollisuuslaitoksissa toisteisia työvaiheita tekevien automaattien avulla. Merkittävä osa työvoimavaltaisuudesta on siirtynyt halvan työn maihin logistiikkakustannusten laskiessa ja teollisuuden keskittäminen on jatkunut automaation kasvattaessa suuruuden ekonomiaa.

Valmistuksessa pyritään suuriin sarjoihin globaalin keskittämisen, jakelulogistiikan ja masmarkkinoinnin avulla. Suunnittelu on valmistukselle alisteista ja suuret brändit pyrkivät

hallitsemaan kulutustottumuksia mielikuvien avulla. Alihankkijat toimittavat komponentteja päämiehilleen, joiden kokoonpanolinjoilla valmistuvat tuotteet toimitetaan jakelupor- taiden kautta suurasiakkaille ja vähittäiskaupan hyllyille asiakkaiden noudettavaksi. Verk- kokauppa ja yksittäisiä paketteja globaalisti toimittavan logistiikan tehostaminen ovat al- kaneet murentaa tätä pelkistetyä hierarkkista mallia. Suunnittelu ja valmistus ovat erillisiä tehtäviä eikä alihankkijalla ole useinkaan mahdollisuutta vaikuttaa suunnitteluun suoraan.

Suomen tavaraviennin ja tuonnin arvo on tasoltaan noin 60 miljardia. Osa tästä kaupasta jää tämän arvionluontiverkoston rajauksen ulkopuolelle, kuten myös osa teollisuuden noin 300 tuhannen henkilön työvoimasta. Toisaalta tavaroiden ja laitteiden valmistusta palvelee moni muu sektori eikä inhimillistä arkea tai yhteiskuntaa niiden nykymerkityksessä voisi olla olemassa ilman tavaroita.

Tavaroita valmistavan teollisuuden tarpeet ovat määränneet merkittävän osan koko yhteis- kunnan rakenteista. Asunnot on sijoitettu teollisuuspaikkakunnille ja logistiikan solmukoh- tien lähelle. Suurimmat tavararyhmät liittyvät elektroniikkaan ja koneisiin, ajoneuvoihin ja muihin liikennevälineisiin, sisustukseen, vaatteisiin ja asusteisiin.

Tärkeimmät nykyistä valtaregiimiä säilyttävät arvot liittyvät normatiiviseen turvallisuu- teen, kaupan ja logistiikan rakenteisiin sekä riskinottohaluttomuuteen menetelmien kehi- tyksessä sekä kotimarkkinoilla että vientiteollisuudessa.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Yksilöllisen tarpeen mukaisen tuotannon etuja on paljon. Varastointi- ja logistiikkatarve vähenee kaikissa raaka-aineiltaan ja komponenteil- taan yksinkertaisissa tuotteissa. Raaka-aineiden ja pakkausmateriaalien tarve vähenee. Yk- silöllisyys ja sopivuus tuottavat lisäarvoa asiakkaalle. Joustava tuotanto helpottaa kunnos- sapitoa, kun rikkoutuneet tai kuluneet osat voidaan tarvittaessa nopeasti valmistaa paikal- lisesti.

Paikallinen valmistus vähentää tuonti- ja vientitarvetta sekä lisää työllisyyttä. Palveluun yh- distetyssä pientuotannossa pääomien ja työn keskinäinen suhde on tyypillisesti työvaltai- sempi kuin toisteisessa teollisessa työssä ja logistiikassa. Paikallinen hajautettu ja joustava tuotantokyky myös vähentää kriisiherkkyyttä.

Tarpeenmukaiseen paikalliseen, joustaviin robotteihin ja 3D-tulostimiin perustuvaan val- mistukseen liittyy merkittäviä riskejä. Tavaraturvallisuus ja vastuukysymykset ovat epäsel- viä ja hajautettu tarpeenmukainen valmistus luo myös aineettomien oikeuksien osalta uu- den tilanteen, joka osittain vastaa Internetin musiikkiteollisuudelle synnyttämää haastetta. Jos jotakin suojattua tavaraa valmistetaan vaikkapa muutama kappale sadoilla tuhansilla eri paikkakunnilla paikallisten pienten organisaatioiden toimesta, on oikeuksia vaikea puo- lustaa. Tuotteiden yksilöllistymisen ja tekoälyn suunnitteluosuuden kasvaessa on myös yhä vaikeampi sanoa, milloin oikeastaan on rikottu kenenkään aineettomia oikeuksia.

Käyttäjätottumukset hidastavat muutosta eikä painetta tarjonnan kehittämiseen synny käyttäjäkunnasta. Kaupan sekä palvelualan haluttomuus tarttua uusiin mahdollisuuksiin ja omaksua ne osaksi tarjontaansa on merkittävin kehitystä hidastava tekijä yhdessä teknolo- gian keskeneräisyyden kanssa. Verkkokauppa nopeuttaa muutosta, koska se ohittaa muu- toshaluttomia kanavia. Osaamisen puute erityisesti uusien avautuvien liiketoimintamallien tasolla on suuri hidastava tekijä.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Lähivalmistuksen lisääntyessä monet Suomesta lähes kadonneet toimialat palaavat takaisin. Tämä voi koskea erityisesti tekstiilialaa. Muilla aloilla ammattien painotukset muuttuvat. Digitalisaatio luo ammatteja, joissa sovellusosaaminen on tärkeää. Digimuotoilija luo, suunnittelee ja tuottaa yksilöllisiä henkilökohtaisia esineitä, kodin tai käyttötarvikkeita asiakkaiden tarpeiden ja toiveiden mukaan, esim. apuvälineitä vanhuksille tai vammautuneille, käyttäjänsä mittojen mukaan tehtyjä ammattityökaluja, yksilöllisiä astioita nuorille pareille jne. Kapea-alaisempiakin ammatteja nousee esiin, kuten 3D-mittaja, 3D-mallintaja, mallinvalintakonsultti, 3D-tulostaja tai lähivalmistaja, tulosteiden jälkikäsittelijä, tavarastailisti, raaka-ainekonsultti, tavaraohjelmoija ja robottivalmistuksen tarkastaja.

Teollisen regiimin muutokseen liittyvä osaaminen on erityisen puutteellista, koska jokainen ammattikunta ja toimiala katsovat omia tehtäviään nyt totutun rakenteen sisällä, eikä liiketoimintaosaamista ole uusien teknologioiden avaamiin mahdollisuuksiin. Tärkeäksi uudeksi ammatiksi teollisuuteen nousee tuotesulauttaja (Digital Product Integrator), jonka tehtävänä teollisuusyrityksissä on suunnittelun ja tuotannon yhdistäminen esimerkiksi mallipohjaisen määrittelyn (Model Based Definition) avulla saumattomaksi kokonaisuudeksi.

Muutoksen säädöstavoitteet: Muutoksen jouduttamiseksi tulisi aikaansaada kymmeniä tuhansia julkisia, vapaita malleja tavallisimmista arkisista tavaroista paikallisten tulostuspalveluiden vapaaseen käyttöön. Oppilaitokset voisivat tuottaa ja tarkistaa nämä oppilastöinä. Tähän tulisi suhtautua aineettomana infrastruktuurina, kuten vaikkapa yleisradiotoimintaan tai julkiseen opetukseen ja terveydenhuoltoon. Lähivalmistuksen tuoteselosteille tulisi asettaa kohtuulliset vaatimukset, jotka eivät hankaloita toimintaa. Julkisen hallinnon tulisi valmistaa kasvava osa tarvitsemistaan tavaroista itse. Helpoimpien tavaroiden valmistukseen tulisi suhtautua, kuten kopiokoneen käyttöön.

Tuotevastuita tulisi selkiyttää tilanteissa, joissa palveluyritys valmistaa asiakkaan valitsemman mallin tai käyttäjä valmistaa tavaroiksi muiden tuottamia malleja. Työssä yhdistellään valmistavia laitteita ja materiaaleja tavalla, joka ei ole mallin tekijän hallittavissa. Yksilöllisesti valmistettujen tavaroiden osalta mahdolliset valmistaja- ja tuotetiedot tulee perustaa fyysisten etikettien sijaan pilvipalveluihin digitaalisesti avoimen rajapinnan avulla ja näiden tulee näkyä erillisinä materiaalien, mallien, tulostinlaitteiden ja kokonaisvastuullisen tekijän osalta. Tavoitteena tulisi olla 3D-tulostuksen käytön helpottaminen osana yksilöllistä tavaratuotantopalvelua. Siirtyminen fyysisistä etiketeistä digitaaliseen tietoon helpottaa myös kierrätystä.

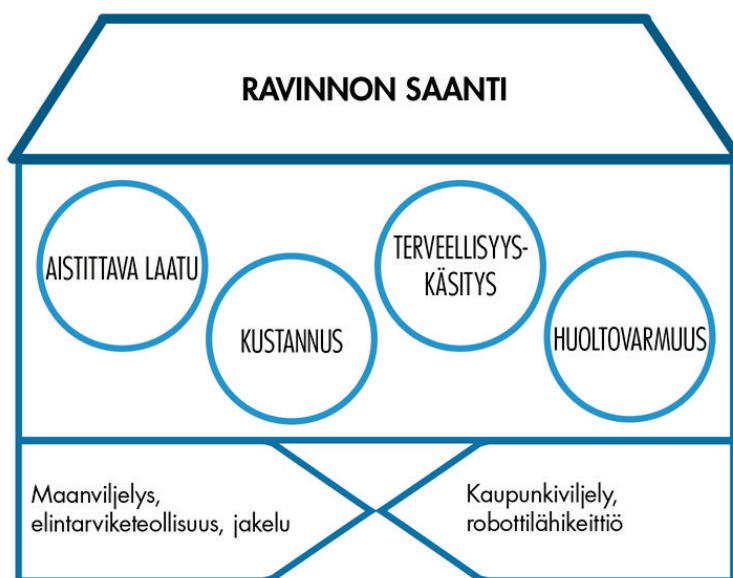
Kansalliset erityispiirteet: Suomi on poikkeuksellisen riippuvainen tuonnista ja kotimarkkina on pieni, jolloin teollisia mittakaavaetuja on vaikea saada. Korkea koulutustaso, suuret logistiikkakustannukset ja hajautettu yhdyskuntarakenne tekevät Suomesta otollisen alueen lähivalmistuksen edelläkävijänä. Suomen teollisuus perustuu laajalti lyhyisiin sarjoihin, joihin 3D-tulostus voisi soveltua.

TKID	Tavaroiden valmistus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Laadun ja mieltymysten tarkastus on nopeampaa, kun kytkentä aivoihin on suora.	1
4	Tuotantoprosessin pitoisuuksien säätäminen ja tuotantotilojen turvallisuuden valvonta.	3
5	Raaka-aineiden ominaisuuksien tunnistaminen ja valmiin tuotteen laadunvalvonta.	5
6	Tavaroiden kopioinnissa tarvitaan 3D-skannausta ja se edellyttää kuvantamista.	3
8	3D-tulostuksessa yksi tekniikoista käyttää valokovettuvia hartseja. Siinä led-tekniikan kehitys on merkityksellinen.	1
10	Osa 3D-tulostimista käyttää laseria materiaalien kiinnittämiseen sintraamalla. Melko pienitehoisia lasereita käytetään materiaalien leikkaamiseen ja hitsaamiseen.	3
12	Tekoäly on tarpeen erityisesti asusteiden robottivalmistukseen kuuluvassa kankaiden käsittelyssä ja yksilöllisessä tuotannossa sekä tuotannon kunnossapidossa.	5
13	Alustat mahdollistavat helpon tavaroiden kopioinnin 3D-mallien jaon avulla ja monet kapeista segmenteistä koostuvat yksilölliset tarpeen mukaiset mallinnustehtävät.	5
16	Kokoonpanorobotin kyky liikkua ympäristössä, tarttua komponentteihin ja käsitellä kokoonpantavaa esinettä sekä varoa ihmisiä vaatii ympäristön reaaliaikaista mallinnusta.	10
17	Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen auttaa kopioinnissa ja ympäristön muotoon yksilöllisesti sovitettavan kappaleen mallinnuksessa. Myös kokoonpano helpottuu.	5
19	AR-lasit voivat tunnistaa tehtävän ja osoittaa, miten kokoonpano tulee suorittaa.	5
20	VR-laseilla voidaan katsella tulostettavia malleja ennen tulostamista ja ohjata kokoonpanorobotteja.	5
21	Yksilöllisesti valmistavien robottien kauko-ohjaus miniatyrisoidussa tai raskaassa valmistustyyssä on luontevaa haptisten ohjainten kanssa.	3
25	Tavaroihin saadaan lisättyä elektroniikkaa ja optiikkaa yhä helpommin.	3
26	Kokoonpanotehtävissä tarvittava hahmotus hyöttyy merkittävästi laskentatehon kasvusta.	5
27	Eksoskeleton / tukiranka auttaa raskaissa kokoonpanotehtävissä.	1
29	Kevyet tavarankuljettimet voivat osittain korvata liukuhihnan valmistuksessa.	1
30	Nelikopterit voivat suorittaa joitakin teollisuuden kokoonpanotehtäviä ja valmistukseen liittyviä kuljetustehtäviä tuotantolinjalla sekä tuotannon valvontaa.	3
35	Osa tavaroista on helpoin valmistaa tai korkealaatuisina mahdollistakin valmistaa ainoastaan tyhjiössä tai painottomassa tilassa.	1
37	Monipuolisia, yksilöllisiä tuotteita valmistava robotti tarvitsee tuntoherkät kädet.	5
38	3D-tulostuksella on kasvava sija tavaroiden ja niiden varaosien valmistuksessa. Erityisesti lyhyet sarjat ja yksilölliset tuotteet kannattaa pyrkiä tulostamaan.	20
40	Tavarat voivat kasvaa muotoonsa tai mikrobitit voivat ne kasvattaa. Kasvua ja korjautuvuutta voidaan ohjata DNA:n ja epigenetiikan tavoin. (Tutkimuksellista)	5
41	Valmistettujen tavaroiden yksilöllinen identiteetti mahdollistaa kaiken historia-tiedon, ominaisuuksien, omistajatietojen ja tulevien tarpeiden kirjaamisen pilvipalveluihin.	10

TKID	Tavaroiden valmistus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
42	Tavaroiden valmistukseen tai asennukseen voi robottikäsien kautta saada sellaisia käsityövaiheita palveluna, joita kone ei osaa, mutta voi oppia ohjattuna.	3
43	Uudet tavaroiden ja aineen manipulointitavat mahdollistavat miniatyrisoitujen koneiden kokoonpanon ja monet muut uudet joustavat valmistusprosessit ilman liukuhinaa.	5
44	Vaatteiden robotisoitu ja yksilöllinen valmistus.	10
45	Levitaation käyttö miniatyrisoitujen laitteiden kokoonpanossa.	3
46	Tavaroiden käyttöominaisuudet ja valmistustavat hyötyvät uusista materiaaleista.	5
47	Uudet metamateriaalit ja kokoonpanotekniikat tarjoavat tavaroiden valmistuksessa merkittäviä mahdollisuuksia tuoteinnovaatioille.	3
48	Nanomateriaalin mahdollistavat uusia tuoteominaisuuksia ja valmistusprosesseja, esimerkiksi luodinkestävät kevlaria kevyemmät vaatteet ja puettavan elektroniikan.	5
49	Nanomateriaalien edullisuus vaikuttaa olennaisesti tavaroiden valmistuksessa käytettyihin materiaaleihin ja tuoteominaisuuksiin.	5
50	Kiertotalouden idea vaikuttaa tavaroiden raaka-aineisiin. Kierrätysmateriaalit ovat yhä olennaisempi osa tavaroiden raaka-aineita.	5
51	Uudet pinnoitustekniikat auttavat tekemään likaa hylkiviä asusteita, antibakteerisia elintarvikeprosesseja ja helpommin puhtaana pidettäviä tavaroita.	5
53	Robottien kehitys edesauttaa tavaroiden automaattista valmistusta.	3
54	Vesi on tavaratuotannon raaka-aine ja sen laatu on monissa prosesseissa olennainen.	1
55	Uudet materiaalit mahdollistavat prosessien ja tuoteominaisuuksien kehittämisen. Simulointitekniikat nopeuttavat tarvittavien tuoteominaisuuksien aikaansaamista.	5
59	GMO-materiaalit kasvattavat tavaratuotannon mahdollisuuksia. GMO mahdollistaa sekä uudet raaka-aineet että muotoonsa kasvavat tuotteiden osat.	3
61	Simuloinnin avulla voidaan suunnitella pieneliöiden valmistamia tavaroita.	1
63	Soluviljely tuottaa raaka-aineita tavaroiden valmistukseen.	3
64	Biomateriaalien 3D-tulostuksen avulla voidaan viljellystä solukosta valmistaa tavaroita, jotka muistuttavat luonnollisia vastineitaan.	3
68	Monilla uusilla kuiduilla on olennainen vaikutus tavaroiden laatuun.	3
70	Energiaintensiivinen valmistus voi siirtyä teollisuusmaista halvan aurinkoenergian maihin.	10
71	Aurinkopeilijärjestelmien tuottaman lämmön ja sähkön käyttö tuotannossa on energiatehokasta. Hukkalämmön muuttaminen sähköksi parantaa hyötysuhdetta.	3
72	Mahdollistaa jatkuvan tuotannon uusiutuvien energioiden varassa.	3
78	Hiilidioksidista massiivisesti valmistettujen nanohiiltien käyttö tavaroiden raaka-aineena voi muuttaa teollisuuden rakenteita ja tuoteominaisuuksia.	3
79	Pienydinvoimalat voivat muuttaa teollisuuden riippumattomaksi sähköverkosta.	3
81	Suurteholasereilla voidaan helposti ja tarkasti leikata ja muutoin työstää materiaaleja.	5
82	Parvivalmistuksessa parven jäsenten jatkuva energiansaanti valmistuksen yhteydessä.	3

TKID	Tavaroiden valmistus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
86	Monet uudet tavarat kehitetään joukkorahoituksella ja tuotetaan joustavilla tuotantolinjoilla ja 3D-tulostimilla.	3
87	Tavaroiden valmistus voi helpommin hajautua, kun osaaminen voidaan hankkia hajautetusti.	1
88	Monissa robottivalmistuksen tehtävissä robotti on opetettava ja harvinaisemmissa tehtävissä robottia on ohjattava. Ihminen voi tehdä sen kauko-ohjaimalla.	3
90	Alustat voivat organisoida lähivalmistuksen materiaalivirrat ja jakelun ja tilaukset sekä valmistukseen tarvittavat mallit ja markkinoinnin.	5
92	Yksilöllinen laajan tuotevalikoiman lähivalmistus edellyttää puolivalmisteita ja sellaisia monitaitoisia robotteja, joita ei synny ilman selkeää erikoistunutta ekosysteemiä.	10
93	Tavaroita ostetaan kasvavassa määrin koneilta Industry 4.0 -tyyliin. Ostajana saattaa myös olla kone, ja maksuliikenne automatisoituu.	3
95	Tulostettavien tavaroiden mallit ovat yhä useammin pilvessä joukkoistettuna.	5
96	Tavaroiden globaalit mallit ja verkkokaupan myyntialusta voivat syntyä globaalisti. Jos asiakas käy tulostuspisteessä, voi palvelurobottia ohjata globaali AI.	5
97	Yksilöllisten tavaroiden valmistustavat, materiaalit, kaupat, huoltohistoria ja muu elinkaari voidaan kirjata hajautetusti lohkoketjuun ja valvoa yhä helpompia tuotevääreännöksiä.	5
98	Osa tavaroista on taide- tai viihde-esineitä, ja digitaalisuus yhtenäistää globaalia tavarakulttuuria entisestään.	3
99	Omien mittatietojen ja omiin tavaroihin liittyvien tietojen saaminen palveluntarjoajalta itselle vähentää toistuvan mittaamisen tarvetta ja siihen liittyviä virheitä.	3
100	VR-lasien avulla etäimestari voi osallistua vaikeimpiin käsityötä vaativiin työvaiheisiin. Rajapintojen vakioituminen tekee käytännöstä yleisempää.	3

1.4 Ravinto



Arvonluontiverkoston rajaus: Tässä arvonluontiverkostossa päämäärän asemassa on ensisijaisesti ihmisten, mutta myös lemmikkieläinten ravitseminen, eli energian ja tarpeellisten ravinto- ja hivenaineiden saanti terveellisellä ja nautinnollisella tavalla.

Tärkeimpänä arvona ihmisten valinnoissa näkyvät aistittava laatu, hankintakustannukset, terveellisyyskäsitteys ja huoltovarmuus. Laatuun liittyvät makutottumukset ja aistihavainnot sekä sosiaalinen konteksti, kustannuksiin on liitettävä hinnan lisäksi ravinnon hankkimisen tai valmistamisen vaiva ja terveellisyteen ruoan energiamäärä, ravinnepitoisuus ja pilaantuneisuus sekä allergeenit tai vastaavat yksilölliset ongelmat. Yhteiskunnallisesti ravinnon saatavuus huoltovarmuuden ja kestävyuden näkökulmasta on tärkeä tukiperuste. Ravinnon on silti oltava yksilöllisesti sekä tarpeiden että halujen mukaista.

Transformaation keinot ja arvot: Ravinnontuotanto perustuu nyt pääosin pelto- ja kasvihuoneviljelyyn sekä karjatalouteen. Nämä tuottavat teollisessa mitassa raaka-aineet elintarviketeollisuuden jalostettavaksi ja sieltä edelleen kaupan jakeluketjuun sekä suurkeittiöihin.

Haastajaregiimi perustuu kaupungeissa ja tehtaissa pääosin suljetussa tilassa keinovaloilla tapahtuvaan vesiviljelyyn, hyönteistalouteen, biotekniseen ruoantuotantoon ja robotisoi- tuun hajautettuun yksilölliseen tilausruokaan. Kun peltoviljely ja karjatalous korvataan lähi- kasvatuksella, saadaan tuotanto jatkuvaksi ja tarpeenmukaiseksi eikä suurteollista väli- vaihetta tarvita elintarviketuotannossa. Sisäviljely ja uudet GMO-tekniikat tekevät geeni- manipuloidusta ruoasta turvallista, tehokasta, ravitsevaa ja maukasta.

Sisäviljely tapahtuu tavallisesti tiiviissä tilassa kasvien kasvaessa hyllyköissä. Ravinteet ohjataan juurille nesteenä ja aurinko korvataan led-valoilla, jotka viritetään tuottamaan kasvien lehdille niiden kulloinkin tarvitsemia aallonpituuksia. Mikäli kasvatustapaa verrataan peltoviljelyyn, tarvitaan vettä kymmeniä kertoja vähemmän, eivätkä lannoitteet valu ympäristöön. Viljelyn tapahtuessa sisätiloissa on kasvukausi ympärivuotinen ja pinta-ala sadasia peltoviljelystä.

Jos energia tuotettaisiin peltoalalta aurinkopaneeleilla, kertyisi sitä huomattavasti luonnollista kasvukautta pitempään. Aurinkopaneelien ja led-valojen heikko hyötysuhde hukkaa toistaiseksi tämän edun ja muut valon täsmällisestä kohdentamisesta saatavat edut. Energiatalouden näkökulmasta voidaan kuitenkin arvioida, että peltoalan peittävien aurinkopaneelien energialla voidaan jo nyt kasvattaa sisäviljelyssä yhtäläinen määrä ravintoa kuin peltoviljelyllä etenkin pohjoisissa oloissa. Aurinkopaneelien ja valaisimien hyötysuhteen ja viljelymenetelmien kehittyessä, sisäviljelyn etumatka tältäkin osin kohentuu.

Proteiinitarve ja ihmisten makutottumukset ovat vaikeasti yhteen sovitettavissa pelkästään kasviksilla. Eläinsolujen viljelyä kehitetään monin eri tavoin, ja bioteknisen proteiinin uskotaan tulevan tavalliseksi tämän raportin tarkastelujakson lopulla. Tätä aiemmin yleistävät kasvis- ja hyönteispohjaiset lihaa matkivat proteiinit. Maun lisäksi aminohappokoostumus voidaan säätää sellaiseksi, että tuotteet vastaavat lihan ravintoarvoja. Keinotekoinen liha on tulevaisuudessa pääosin tuotettavissa paikallisesti lähivalmistuksen keinoin.

Elintarviketeollisuus tuottaa valmisruokia teollisen paradigman avulla liukuihnnalla. Nyt kokeiluvaiheessa oleva robottikokki toimii kuten ihmiskokki ja valmistaa ruoan yksilöllisesti. Se kulkee kiskoilla ja ulottuu käsillään astiakaappeihin, jääkaappiin, kuivatavaraakaappiin, leikkuutasolle, liedelle ja uuniin. Robotti voidaan esimerkiksi sijoittaa ravintolaan, laitospöytäön tai kauppaan. Pisimmälle ehtineen tuotteen kerrotaan osaavan nyt valmistaa sata erilaista ateriaa ja maksavan 75 tuhatta euroa.

Näyttäisi olevan ainoastaan ajan kysymys, kun robottikokki voisi valmistaa kerrostalon asukkaille näiden omien mieltymysten ja tarpeiden mukaiset ruoat murto-osalla laitospöytäön kustannuksista. Robottikokki voisi myös tilata tarvittavat elintarvikkeet ja laskuttaa asukkaita yksilöllisesti kunkin kuluttamista raaka-aineista.

Hieman ristiriitaisena kehityskulkuna, joka tekee kehityksestä osin ennakoimatonta, valmisruokien säilöntäteknikka saattaa kehittyä radikaalisti. Vedessä umpiossa säteilytetty ruoka säilyttää joidenkin havaintojen mukaan tuoreutensa useiden kuukausien ajan normaalissa huoneenlämmössä. Mikäli prosessi todellakin turvaa ruoan maukkauden tavallista kuluttajaa tyydyttävällä tavalla, voi ruoan verkkokauppa muuttua radikaalisti. Omien mieltymysten mukaiset ruoat voisi tilata mistä tahansa esimerkiksi kuukauden tarpeen mukaisina kertaerinä. Ruoka tulisi halpana laivarahtina. Säilytystilana toimisi mikä tahansa huoneenlämpöinen kaappi.

Tärkeimmät uudistavat arvot liittyvät yksilöllisiin tarpeisiin ja mieltymyksiin sekä kestävään kehitykseen. Näitä voimistavat monenlaiset eettiset arvot, lisääntyvät allergiat ja hajanaistuvat etniset taustat. Kehitystä vauhdittaa vaihtoehtojen lisääntymisen ohella tietoisuus oman kehon tilasta. Funktionaalisen ravinnon suosio ja kehittyvien mittalaitteiden ja tekoälyn avittama ymmärrys omalle keholle tarpeettomien tai haitallisten aineiden vaikutuksista tulevat kasvamaan.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Peltoviljely on syklistä toimintaa, ja se tuottaa suuren määrän elintarvikeraaka-aineita kerralla. Karjataloudessa ja kasvihuoneviljelyssä mittakaava- edut ovat myös ilmeiset ja syklisyyttäkin on jonkin verran luonnonvalon, karjan ravinnon tai kulutustarpeen kausivaihtelun vuoksi. Suurten tilojen tehokkuus ylittää monin verroin sen, että jokaisella olisi oma pieni lehmä tai vuohi, muutamia kanoja, ja peltotilkku säilytys- tiloineen vuoden tarpeiksi. Suuret tilat tehoviljelyineen ja tehokasvatuksineen kuitenkin synnyttävät tarpeen teollisten elintarvikemäärien prosessointiin ja varastointiin. Tämä puolestaan luo tarpeen jakelukanaville elintarvikemyymälöineen ja laitoskeittiöineen, sekä kaiken tämän valvonnalle.

Elintarvikeketjun puhtauden valvonta, prosessoitujen elintarvikkeiden lisäaineiden regu- lointi ja merkintöjen valvonta ovat muuttuneet tärkeämmiksi kuin tavallisen ihmisen ym- märrys siitä, mitä kenenkin kannattaa syödä.

Elintarviketuotanto toimii tukien varassa ja regulaatioiden luomassa kehikossa. Tuet koh- distuvat käytettyihin välineisiin ja menetelmiin tuotannollisten tulosten sijaan. Myös muu sääntely ja valvonta kohdistuvat ensisijaisesti toimintatapoihin tulosten sijaan. Tärkeim- pänä arvona on vallitsevan toimintamallin noudattaminen. Elintarviketeollisuuden ja vähit- täiskaupan logistiikkaketjut on suljettu ja harvojen toimijoiden hallussa. Näiden etu on säi- lyttää toimintamalli nykyisen kaltaisena.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Uudet sisäviljelyn tekniikat ja robottikokit ovat vasta kokeiluasteella. Teknologian kypsyminen laajamittaiseen käyttöön sopivaksi tapah- tune 2020-luvulla. Hyödyt muutoksesta liittyvät kansanterveyteen, elämän laatuun, ym- päristön kestävyys, kriisinsietokykyyn, vaihtosuhteeseen ja työllisyyteen muiden seik- kojen ohella. Yksilöllinen, makumieltymysten ja tarpeen mukainen tuore ravinto lähellä kasvatettuna ja valmistettuna on monin tavoin terveellisempää kuin vakioitu, prosessoitu ja säilötty ravinto. Sisäviljelyn ympäristöhaitat ovat myös huomattavan pienet peltovilje- lyyn verrattuna.

Riskinä uusiin käytäntöihin siirryttäessä voidaan pitää nykyistä keskitettyä valvontaa. Se kangistaa ja estää muutosta luomalla pienille lähitoimijoille velvoitteita, jotka on suunni- teltu suurten toimijoiden tarpeisiin ja systeemisten riskien varalle. Ravinnon yksilöllisty- essä tulee valvonnan automatisoitua. Pienten toimijoiden valvonta voi siirtyä yrittäjää työl- listävien prosessien sijaan kuluttajien ilmoitusmenettelyiden sekä yrittäjän vakuutustur- van ja itsevalvonnan varaan, pistemäisten riskien mukaiseksi.

Muutosta hidastaviin tekijöihin kuuluu tottumus kaupassakäyntiin ja vaihtoehtoisen jake- lukanavan puute. Elintarvikeketjun voimakas integroituminen ja sen sisällä tapahtunut vir- taviivaistuminen vaikeuttaa rakenteen vähittäistä muutosta. Muutosta voi toisaalta nopeut- ta lähiruoa ja erityisruokavalioiden luonne osana omaa identiteettiä sekä ravinnon kas- vattaminen ja valmistus osana omaa elintapaa.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Merkittävien ammatteja muuttava asia on ravinnon yksilöllistyminen ja lähikasvatus. Nousevia uusia ammatteja ovat uudessa toimintamallissa biotuotetehdassuunnittelija, kaupunkiviljelijä, lajike ja ravinnoptimoija, bioraaka-ainelo- gistikko, jäljitettävyysvastaava, elintarvikevakuutusasiamies, sisäviljelmätarvikekauppias

ja -asentaja, nutrigenomiikkakonsultti, aineenvaihdunta-analyytikko, ruoka-designer, robottikokiteknikko, robottiravintoloitsija, virtuaaliravintoloitsija, ruokapalvelualustavastaava, etäkokki, kypsymisaikatauluttaja, keinoliihakasvattaja ja elintarvikehuolitsija.

Uudet tehtävät poikkeavat olennaisesti nykyisistä ravintoterapeutin, maanviljelijän, torikauppiaan ja ravintoloitsijan tehtävistä, ja tehtävien määrä lisääntyy näihin verrattuna, mutta vastaavasti vähenee nykyisen elintarvikeketjun tehtävistä.

Muutoksen säädöstavoitteet: Led-viljelyn, bioteknisen kasvatuksen ja nutrigenomiikan tutkimusta ja opetusta tulisi laajentaa merkittävästi. Viranomaisohjeistus sekä sisäviljelyyn käytettyjen rakennusten kunnon että elintarvikkeiden laadun varmistamiseksi on tarpeen. Keinotekoinen viljelty liha on määriteltävä kasvikkeksi. GMO-ruoka tulisi sallia nykyistä helpommin erityisesti sisäviljelyssä. Led-viljely tulisi säätää muun viljelyn kanssa tukineutraaliksi ja suosia sitä huoltovarmuussyistä varastointitarpeen keventymisen vuoksi. Pientuotannon esteitä ja rasitteita tulisi karsia alustatalouden keinoin synnyttämällä esimerkiksi julkisia robotisoitua logistiikkaa hyödyntäviä digitaalisia kauppapaikkoja sekä saattamalla pientuotanto enemmän kotitalouden oman ruokatuotannon kanssa verrannolliseksi. Robottiyhteiskeittiöiden kokeilutoiminta tulisi käynnistää. Toiminnalle tulisi luoda roolit ja vastuurajat sekä valmistella kaavamääräyksiä robottiyhteiskeittiöitä varten.

Kansalliset erityispiirteet: Kasvukausi on Suomessa lyhyt, vähittäiskauppa keskittynyt ja elintarvikevalvonta hyvin normatiivinen. Väestön tekninen osaaminen ja omatoimisuus ovat korkealla tasolla.

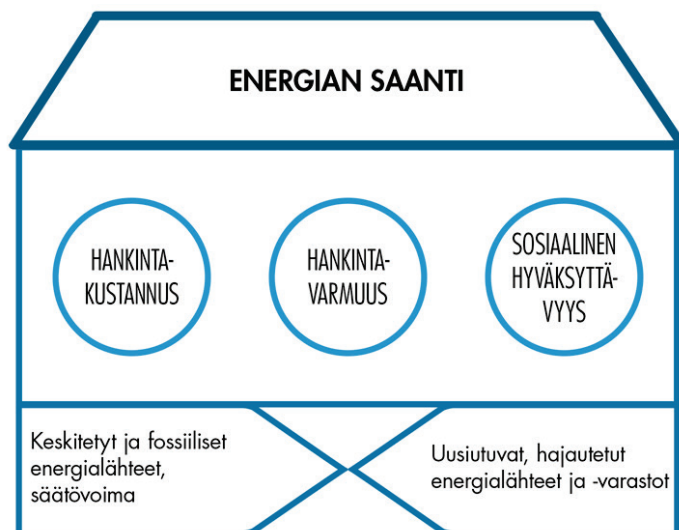
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2017/V9.pdf>

TKID	Ravinto: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Makumieltymysten tarkka analysointi yksilöllisen ravinnon suunnittelua varten.	3
2	Ravinnon pieneliöiden ja alkuperän tarkastaminen. Oman perimän ja mikrobio- men vaikutus yksilöllisiin ravitsemussuosituksiin. GMO-ravinnon kehittäminen.	20
3	Ravintotarpeen ja ravinnon sopivuuden mittaaminen elintoimintoja seuraamalla.	10
4	Elintarvikeeturvallisuus - elintarviketuotteiden säilyvyyden ja tuoreuden valvonta.	5
5	Ruoan ja ravintoaineiden koostumuksen henkilökohtainen tunnistaminen kaupassa tai lautasella. Viljelyn ja karjatalouden prosessien ja raaka-aineiden ominaisuuksien mittaaminen.	10
6	Elintarviketuotannon robotisaatio hyötyy kuvantamisen kehityksestä.	3
7	Materiaalitutka vaatii käytännössä lähetyksen ja vastaanoton IR- tai THz-alueella ja useampi aaltoalue ja kenno multispektrikameran tapaan on hyödyksi.	3
8	Sisäviljely on täysin riippuvaista kasvien tarvitseman LED-valojen värin hyöty-suhteesta ja LED-valaisimien hinnasta.	10
10	Ravinnon säteilytys on säilöntäkeino.	1
11	Ruoan tilaus ja siitä keskustelu robottikeittiön kanssa lisää luontevuutta.	3
12	Robottikokin ohjaus ja oppiminen, yksilöllisen ravitsemuksen suunnittelu, kasvuolosuhteiden optimointi.	10
13	Hahmontunnistusalustat nopeuttavat maatalouden robottien ja keittiörobottien tuotekehitystä.	5

TKID	Ravinto: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
14	Emootioiden tunnistus makumieltymysten selvittämiseksi.	3
15	Keskustelu ruoasta robottikeittiön kanssa on helpompaa kuin valikoiden käyttö.	3
16	Maataloustehtävissä pelloilla ja karjatiloiissa työskentelevät robotit tarvitsevat reaaliaikaisen tilannekuvan ympäristöstään materiaalien tarkkuudella.	5
18	Ruoan valmistukseen ja kasvatukseen liittyy valtava määrä reseptejä ja niksejä. Näiden kokoaminen tekoälyn opetusaineistoksi on hyödyllistä.	5
19	AR-lasit voivat opastaa kaikissa elintarviketuotannon ja ruoanvalmistuksen vaiheissa.	10
26	Soluaineenvaihdunnan mallinnus, jotta ravinnon vaikutus terveyteen voidaan yksityiskohtaisesti simuloida, vaatii nykyistä enemmän laskentatehoa.	5
28	Robottiauto edesauttaa kaupunkiviljelyä ja elintarvikkeiden hajautettua kasvatusta ratkaisemalla kustannustehokkaasti toimituksen kasvattajilta suoraan kuluttajille.	3
29	Kevyet tavarankuljettimet helpottavat elintarvikejakelua ja kaupunkiviljelmien tuotannon jakelua kotitalouksiin.	3
30	Nelikoptereilla voidaan hoitaa maatalouden mittaus- ja valvontatehtäviä sekä ruiskutuksia ja joitakin istutustehtäviä.	3
36	Mehiläisten ja muiden pölyttäjien tuhoutuessa voisi olla mahdollista kehittää kyberhyönteisiä suorittamaan pölytystä. Sama tarve voi koskea sisäviljelyä.	3
37	Robottikokki tarvitsee tuntoherkät kädet, jotta kykenee ongelmitta samoihin suorituksiin kuin mestarikokki. Herkkyydestä on hyötyä myös eläinten ja kasvien käsittelyssä.	5
40	Robotisoituun viljelyyn itsekorjaavat prosessit ja parviäly soveltuvat hyvin.	5
41	Elintarviketuotannossa ubiikki ympäristö takaa suotuisat kasvuolosuhteet ja kunkin erän yksilöllinen tunnistaminen auttaa tekoälyä oppimaan prosessin virheistä.	5
42	Robottikokin opetuspalvelut, viljelyyn käytettyjen robottien opetus ja etäohjauspalvelut.	3
45	Astioiden puhtaanapito kitkattomuuden avulla.	1
46	Elintarvikepakkaukset hyötyvät eristävyvyydestä.	3
50	Erotustekniikka vaikuttaa kasvien ja lihan viljelyyn tarvittaviin raaka-aineisiin ja saattaa vaikuttaa ruoan valmistukseen. Kiertotalous vaikuttaa ravinteiden saantiin.	5
51	Elintarviketurvallisuus lisääntyy, kun bakteerien ja epäpuhtauksien leviäminen vähenee.	3
53	Robottien kehitys auttaa elintarvike- ja ruokatuotannon kaikissa vaiheissa. Keinotekoinen lihas edistää palvelurobottien kehittymistä.	3
54	Makea vesi on välttämätön elintarviketuotannon kaikissa vaiheissa ja kasvava osa ihmisistä elää alueilla, joissa vedenkäyttöä joudutaan rajoittamaan.	10
56	Kasveihin voidaan lisätä keinotekoisia osia korvaamaan esimerkiksi juuria tai lehtiä. Pistokkaat keinojuuressa tai keinotekoinen ravinne hedelmän tuottavaan osaan.	3
57	Elintavat ja ravinto muuttuvat tärkeämmiksi - keho temppelinä -ajatus yleistyy. Tämä kasvattaa yksilöllisen, puhtaan ja funktionaalisen ravinnon tarvetta.	3
58	Mikrobotit voivat selvittää ravinnontarvetta elimistössä. Mikrobotit voivat seurata karjan elintoimintoja ja nanohiukkaset sekä mikrobotin auttaa kasvien ravinnonsaannissa.	5

TKID	Ravinto: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
59	Geenimanipuloinnin avulla kasvit ja eläimet saadaan sopeutumaan olosuhteisiin ja ne sekä pieneliöt saadaan tuottamaan ravinnoksi kelpaavia aineita tehokkaasti.	10
60	GMO-tuotteiden valmistus on muuttunut helpoksi ja tarkaksi.	5
61	GMO-kasvien ja eliöiden suunnittelu, elimistön omien solujen simulointi ja reaktioiden testaaminen ravintoon.	5
62	Soluaineenvaihdunnan ymmärrys ja mikrobiomen tuntemus auttavat suunnittelemaan yksilöllisen ravinnon. Myös perinnölliset taipumukset voidaan ottaa huomioon.	5
63	Ihminen syö ravinnokseen elimiä, soluja tai niiden rakenneosia. Soluviljely on tärkeä mahdollinen ravintolähde.	5
64	Soluviljely voi tuottaa ihmiselle ravitsevaa massaa, mutta ruoka tarvitsee miellyttävän tekstuurin, ollakseen maistuvaa. Se voidaan tuottaa 3D-tulostuksella.	5
66	Lihakarjan kasvatus aiheuttaa merkittäviä haittoja ja on tehotonta. Sen korvaaminen hyvälaatuksella bioteknisellä tai viljellyllä proteiinilla olisi suuri saavutus.	20
67	Elintarviketeollisuuden mahdollinen transformaatio syklisestä maataloudesta jatkuvaan ja tarpeen mukaiseen hajautettuun kaupunki- ja tehdasviljelyyn.	20
69	Perimän säilytys geenipankissa tulevaan tarpeeseen. Elintarvikkeiden rakenteen säilyttävä nopeasti pakastava kylmätekniikka yleistyy ja tehostuu.	3
70	Aurinkopaneelien ja led-valojen hyötysuhteen ja hinnan parantuminen voi johtaa siihen, että kasveja kannattaa yhä laajemmin viljellä sisätiloissa led-valolla.	5
77	Lähienergian ylijäämän käyttö sisäviljelyyn yleistyy, synergia on hyvä.	3
78	Synteettiset biomateriaalit ja CO2-lannoitus tehostavat elintarviketuotantoa.	3
79	Pienydinvoimalat voivat muuttaa sisäviljelyn riippumattomaksi sähköverkosta.	3
84	Ravintotottumusten pelillistäminen voi edistää sekä kestävää kehitystä että ravitsevaa ruokailua.	3
88	Robottikokki ja maatalouden robotit voivat erikoistilanteissa vaatia ohjausta. Edullisin hyvä robotin ohjaaja on useinkin kaukana ja kauko-ohjaus on tarpeen.	5
90	Elintarvikkeiden tuotanto ja lähijakelu sopivat osuuskuntatyypisille alustoille.	5
91	Robottikeittiöt, robottiviljelmät ja lähiruoka soveltuvat alustatalouteen.	5
92	Elintarviketuotannon robottien ja niihin liittyvien komponenttien rajapinnat edesauttavat kehitystä, mutta erilliset tehtävät ovat yksittäisten valmistajien ratkaistavissa.	1
93	Robottikeittiö tilaa tarvikkeet robottikasvattajilta, kun asiakas tilaa ruoan robottikeittiöltä verkossa. Ketju ulottuu lannoitukseen, jonka kyntörobotti tilaa mitausdatan mukaan.	5
95	Perimän ja ravinnon väliset yhteydet, robottikeittiön toimintaohjeet, robottiviljelyn ohjeet, yhteiset opit ja kokemukset ja näihin liittyvä oppiva tekoäly ovat kaikki saatavilla pilvessä.	5
96	Robottikokin AI voi olla globaali, kuten myös alusta, jolta ruoka-annos tilataan.	5
97	Elintarvikkeiden ketju raaka-aineista kuluttajatuotteisiin voidaan yksittäisen tuotteen kotiin toimituksen tasolle asti kirjata lohkoketjuun.	3
98	Digitaalisesti tuotetuilla elämyksillä on yhteys ruoan 3D-tulostukseen. Globaali ruoan 3D-mallinnus vaikuttaa kulttuureja yhdistävästi.	3
99	Oman perimän, mikrobiomen ja ravinnon tietojen yhdistely mahdollistaa elintapasuositusten kehittämisen yksilöllisellä tasolla ja monen toimijan toimesta.	5
100	Etäkokki voi VR-lasien avulla osallistua vaativiin työvaiheisiin olettaen, että etäkokki ja robottikeittiö toimivat samalla alustalla.	3

1.5 Energia



Arvonluontiverkoston raja: Ensisijainen tavoite on tarpeen mukainen energia rakennuksille, liikenteelle, koneille ja prosesseille. Tämä tarkoittaa primäärienergian tuottamista, jalostamista, varastointia ja jakelua sopivassa muodossa erilaisiin käyttötilanteisiin. Energian kulutus kuuluu tarkasteluun energiamuotoon, tarpeeseen ja arvostukseen laajasti vaikuttavilta osin, mutta energiatehokkuus sellaisenaan kuuluu toisaalle.

Tärkeimmät arvot liittyvät hankintakustannuksiin, hankintavarmuuteen ja sosiaaliseen hyväksyttävyyteen. Energiamuotojen erilaiset hyötysuhteet, varastointitarpeet ja jakelukustannukset vaikuttavat sekä yksilön että yhteiskunnan tasolla päätöksiin. Energian käyttöön liittyvät ulkoishaitat riippuvat käytetyistä energiamuodoista ja niiden tuotanto-, varastointi- ja jakelutavoista. Yhteiskunnan tasolla nämä kaikki vaikuttavat energiatuotannon ja kulutuksen sosiaaliseen hyväksyttävyyteen. Huoltovarmuuden tarve johtaa varautumiskustannuksiin monissa kriittisissä energiatarpeissa.

Transformaation keinot ja arvot: Energiahuolto perustuu nykyisin enimmäkseen fossiiliin polttoaineisiin ja ydinvoimaan, primäärienergian keskitettyyn jalostukseen teollisuudessa sekä jakeluun sähkön, lämmön ja polttoaineiden jakeluverkkojen kautta.

Uusiutuvat energialähteet ja uudet energian varastointitekniikat haastavat aiempia energiaratkaisuja yhä voimakkaammin. Aurinkoenergian hyödyntäminen paikallisessa sähkön ja lämmöntuotannossa muuttuu globaalisti jatkuvasti edullisemmaksi ja tulee arvioiden mukaan useimmilla alueilla alittamaan kilpailevien energiamuotojen tuotantokustannukset.

Aurinko- ja tuulienergian muuttaminen kaasu- ja nestemäisiksi polttoaineiksi lupaa ratkaista varastointiongelman tavalla, joka samalla tekee osan sähköverkosta ja kaukolämpöverkosta tarpeettomaksi.

Aurinkosähkön tuotantokustannus on laskenut noin 15% aina asennetun kannan kaksinkertaistuessa. Tämä kehitys koskee erikseen perinteisiä aurinkopaneeleja ja uutta ohutkalvotekniikkaa. Ohutkalvotekniikalla sähköntuotanto-ominaisuuden voi laminoida osaksi rakennusten pintamateriaaleja. Näyttää täysin mahdolliselta, että aurinkosähkön tuotantokustannus 20 vuoden kuluessa on vain neljäsosa nykyisestä. Tällöin se alittaa radikaalisti kaikkien fossiilisten energiamuotojen kustannukset.

Akkuteknologia kehittyy nopeasti. Energiatiheys saattaa jo 2020-luvulla moninkertaistua nykyisiin akkuihin verrattuna. Varastointikustannus voi laskea suurissa energiavarastoissa 20-30 euroon kilowattituntia kohden. Kestävyys voi ylittää 10 tuhatta lataus/purkusykliä ja latausaika pudota kymmenesosaan nykyisestä. Uudet edulliset akkumateriaalit, nopeasti kasvavat tuotekehityspanokset ja laaja joukko tutkimuslaboratorioissa havaittuja teoreettisia ja kokeellisia läpimurtoja tekevät rohkeasta ennusteesta melko riskittömän ja selkeän. Akkujen erilaiset tarpeen mukaiset ominaisuudet johtavat nykyistä erikoistuneempaan akkutarjontaan ja nykyistä radikaalisti laajempaan akkujen hyväksikäyttöön ainakin kiinteistöissä, liikenteessä, robotiikassa ja sähköverkoissa.

Paikallinen aurinkolämmön varastointi voi olla tulevaisuudessa merkittävää maalämmön yhteydessä pohjoisilla alueilla. Tarve saattaa kasvaa, kun aurinkoenergian osuus kasvaa ja paine energian varastointiin ja kulutuksen säätöön kasvaa. Energiansaannin varmistaminen talviaikaan voi myös suosia paikallisia leijaenergialla toimivia pienvoimaloita erityisesti haja-asutusalueilla.

Polttokennot tuottavat polttonesteistä, kaasuista ja kiinteistä aineista sähköä ja lämpöä kemiallisten reaktioiden avulla. Raaka-aineena voi olla esimerkiksi vety, metaani, metanoli tai erilaiset suolat, hapot ja metallit. Polttokennojen hintojen arvellaan jatkavan laskuaan ja niiden markkinoiden arvioidaan käytön laajetessa kymmenkertaistuvan seuraavan vuosikymmenen aikana ja jatkavan nopeaa kasvua senkin jälkeen. Polttokennoja käytetään paikalliseen energiantuotantoon. Hyötysuhde on korkea ja laitteet ovat äänettämiä. Ne skaalautuvat hyvin pieneen kokoon mahdollistaen esimerkiksi kotitalouksien lämmityksen ja sähköntuotannon.

Polttokennojen hyödyllisyys korostuu, mikäli aurinko- ja tuulienergia saadaan tulevaisuudessa helposti muutettua synteettisiksi polttonesteiksi. Laboratoriotasolla niin sanottuja MOF-materiaaleja käyttäen on jo saavutettu tuloksia, joissa jopa 20% paneeliin osuvasta aurinkoenergiasta muuttuu suoraan polttonesteeksi ilmassa olevan hiilidioksidin ja veden toimiessa raaka-aineina.

Pääasialliset kehitystä edistävät arvot liittyvät kestäväyyteen, riippumattomuuteen sähköverkosta ja kokeiluhengen. Jatkossa kustannustietoisuus ja hankintavarmuus voivat tulla uusiksi kehityksen ajureiksi. Tietoisuus ilmastonmuutoksesta ja muut eettiset arvot sekä säästämishalu lisäävät kiinnostusta kulutuksen joustoihin.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Suomen mittakaavassa energian kulutus vuonna 2016 oli Tilastokeskuksen tietojen mukaan 371 terawattituntia, josta sähkön osuus oli 85TWh. Lopputuotosta teollisuuden osuus oli 45%, rakennusten lämmityksen osuus 26% ja liikenteen osuus 17%. Fossiilisten polttoaineiden osuus kokonaiskulutuksesta oli 38%, uusiutuvan

energian osuus 34% ja ydinenergian osuus 18%. Energiatuotteita tuotiin Suomeen 7.2 miljardin euron arvosta ja vietiin 3.9 miljardin euron arvosta. Metsäteollisuuden sivuvirtojen, kuten hakkuujätteen ja mustalipeän osuus energiatuotannossa on huomattava.

Teollisuus käyttää valtaosan sekä polttoaineista että sähköstä. Teollisuuden lauhdelämpö pyritään käyttämään kaukolämpönä. Sähkö tuotetaan keskitetysti ja jaellaan siirto- ja jakeluverkoissa. Yksikkökohtainen siirtokustannus on teollisuudelle huomattavan alhainen verrattuna muiden yritysten ja kotitalouksien maksamiin siirtohintoihin. Toimitusvarmuus pyritään takaamaan monimutkaisella sähkömarkkinajärjestelmällä, joka kannustaa ylläpitämään harvoin tarvittavaa säätövoimaa ja leikkaamaan kulutushuippuja.

Sähkömarkkina on voimakkaasti reguloitu, ja alueellisten siirtoverkko-operaattoreiden hinnoittelu on kustannusperustaista. Operaattorit eivät saa osallistua sähkön myyntiin, ja heidän on järjestettävä sähkön siirto alueellaan. Sähkön siirtohintaa on vakioitu, ja siirtokustannus on alueella käytännössä sama riippumatta yksittäisen siirtolinjan aiheuttamasta kustannuksesta. Sähkövero on sidottu siirtomäärään, ja yhdessä siirtohintaa ja vero voivat olla yli 60% kuluttajan maksamasta sähkön hinnasta. Sähkön tuotanto on kilpailtua, mutta osa tuotantomuodoista on tuettuja ja osa luvanvaraisia.

Nykyinen valtavirta on rakennettu keskitetyn tuotantorakenteen ja vientiteollisuuden edullisen energian turvaamiseksi. Alueellisen ja asuinpaikasta riippumattoman kustannustason turvaaminen sähköverkon ja keskitetyn tuotannon keinoin on säädetty oikeudeksi. Energian varastoinnin insentiivit on jätetty heikoiksi, kun varastointi on estetty siirtoverkko-operaattoreilta ja käyttäjien hyöty on minimoitu siirtomääräpohjaisen veronmääräytymisperusteen avulla. Nykyinen ohjaus ei ole millään tavoin teknologianeutraali ja se estää tehokkaasti muutosta.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Aurinkoenergian ja akkuteknologian nopea hinnanlasku laskee energiakustannuksia erityisesti niissä maissa, joissa aurinkoenergian saatavuus on verrattain säännöllistä. Harvoissa ja harvaanasutuissa pohjoisissa maissa, kuten Suomessa, hyödyt eivät ole niin suuria kasvavien varastointikustannusten vuoksi. Tämä johtaa edullisista suhteellisista energiakustannuksista hyötynneen suomalaisen teollisuuden kilpailuedun heikkenemiseen riippumatta siitä, käytetäänkö Suomessa aurinkoenergiaa vai ei. Uusiutuvien energiamuotojen edellytykset myös täällä paranevat ja energiaraaka-aineiden ja energian tuontitarve vähenee.

Maalämmön, aurinkoenergian ja polttokennojen laajeneva käyttö vähentää keskitetyn energiatuotannon sekä siihen liittyvän sähkön- ja lämmönjakelujärjestelmän merkitystä. Kiinteistökohtainen tuotanto välttää sähköverkon kustannukset, jos se huolehtii energian varastoinnista paikallisesti. Tämä saattaa vähentää keskitetyn infrastruktuurin tarvetta sekä siihen liittyviä kustannuksia ja haavoittuvuuksia erityisesti haja-asutusalueilla. Huoltovarmuus kaikkineen paranee ja kriisiherkkyys vähenee.

Robotisaatio ja liikenteen sähköistyminen sekä siirtyminen sisäviljelyyn kasvattavat olennaisesti sähkön osuutta energian kulutuksessa. Toisaalta teollisuuden siirtyminen edullisemman energian perään saattaa vähentää teollisuuden käyttämän sähkön määrää. Riskeihin kuuluvat mm. suuret alaskirjaustarpeet energiatuotantoon ja jakeluun liittyvissä rakenteissa, kotitalouksien mahdolliset polttoainevarastot ja muutosten hidastaminen valtapoliittisista ja opportunistisista syistä. Riskiä kasvattaa se, että energiainvestointien jaksotus

yri­tysten kirjanpidoissa ulottuu huomattavasti pidemmälle kuin niiden kannattavuutta voi ennustaa. Energiatuotannon ja -jakelun kannattavuus on isoissa kysymyksissä hallinnollisista päätöksistä riippuva asia.

Muutosta hidastaviin asioihin kuuluvat lisäksi ihmisten odotus siitä, että sähkö tulee pistorasiasta, politiikan ajoittainen epärationaalisuus ja tunnepitoisuus.

Muutos asettuu toiseen valoon, mikäli sarjavalmistetut pienet ydinvoimalat tulevat käytännöllisiksi ja niiden luvitus­käytännöt sallivat tehokkaan ydinvoiman hajautuksen. Tämäkään ei kuitenkaan estä edellä ennustettua hajautuksen suuntaista muutosta tapahtumasta alueille, joilla pelkkä keskitetysti tuotetun sähkö­n jakelu on kalliimpaa kuin sen paikallinen tuottaminen.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Uusia muutoksesta seuraavia tai kasvavia ammatteja ovat esimerkiksi lähienergia-asentaja, lähienergiavarastoi­ja, energiavarastoinnin ennakoi­ja, polttokennokauppias, tuulivoimahuoltaja, polttoainejakelija, off-grid -huoltotarkastaja, aurinkopaneelisiivoja ja energiaronun kierrättäjä. Energiaosuuskuntien toimihenkilöiden ja energianeuvojien määrän voi myös uskoa nousevan ja energia-alan osaamis­tarpeen muuttuvan täysin nykyiseen verrattuna.

Muutoksen säädöstavoitteet: Sähkö­n myynti tulisi sallia valtakunnallisesta sähköver­kosta riippumatta ja pienten yhdyskuntien sisäisiä verkkoja hyväksikäyttäen. Tällaisia mikrogrid-ajatteluun perustuvia sähköosuuskuntia varten tulisi säätää kokeilulaki. Sähkö­n yhteiskäyttö ja vaihdanta tulisi näissä mahdollistaa vertaistoimintana jakamistalouden tapaisissa rakenteissa erillään valtakunnalliseen sähköverkkoon liittyvistä velvoitteista. Leijaenergia tulisi sallia aluksi kokeilumuodossa ja erottaa muiden ilma-alusten käsittelystä. Energiavarastot tulisi sallia osana siirtoverkko-operaattorin toimintaa. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi siten, että käyttäjä vuokraa varastotilaa sitä tarvitessaan sähkö­n ollessa edullista ja käyttää sähkövarastoa silloin, kun sähkö­n hinta on korkea tai kapasiteettiraja on ylittymässä.

Kotitalouksien polttonesteiden valmistukseen ja säilytykseen sekä polttokennojen käyttöön liittyvä sääntely tulisi tarkistaa. Energia-alan poistokäytännöt tulisi valvoa siten, että poistoajat eivät ulotu lain sallimaa kannattavaa käyttöikää etäämmälle, ja että asiassa nou­datetaan kirjanpitolain määräämää erityistä varovaisuutta. Varovaisuus tarkoittaa sen huomiointia, että teknologiakehityksen avulla hinnat voivat laskea ja kannattava käyttöikä sen vuoksi lyhentyä.

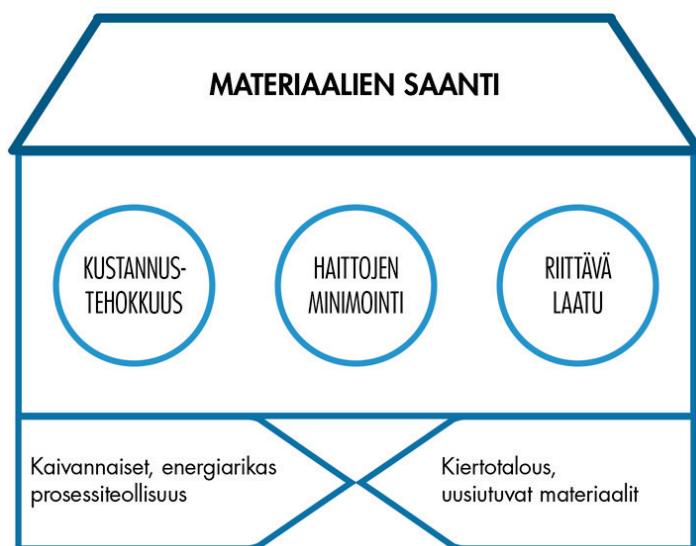
Siirtoverkko-operaattoreille tulisi säätää puhelinverkon roaming-toiminnan kaltainen vel­voite siten, että pistorasian vapaaehtoinen lainaaminen tulisi mahdolliseksi. Lainaaja voisi pyytää siirtämään ilmoittamansa määrän sähköä pistorasian omistajan laskulta omalle las­kulleen. Tällöin toisiinsa riittävästi luottavat toimijat voisivat ilman hallinnollisia ongelmia käyttää toistensa pistorasioita. Tämä helpottaisi erityisesti sähköautojen ja itsenäisesti liik­kuvien robottien liikkumista.

Kansalliset erityispiirteet: Suomen pohjoinen asema ja muut luonnonolosuhteet sekä harva asutus ja laaja raskas teollisuus vaikuttavat monella tavalla meidän energiatar­kai­su­ihimme. Kausivarastoinnin tarve ja jakeluverkko aiheuttavat keskimääräistä suurempia kustannuksia.

TKID	Energia: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
7	IR-vastaanotto muuttaa lämpösäteilyä sähköksi. Sovelluksena voi olla hyötysuhteen parantaminen, lämpöenergian harvestointi tai langaton energiansiirto.	5
9	Fotonien vangitseminen plasmoneihin ja rectenna-kennot mahdollistavat energian paremman talteenoton useilla aaltoalueilla.	10
12	Sähköverkon varastointikapasiteetin, energiatuotannon ja kunnossapidon optimointi.	3
25	Energian varastointi uusilla elektroniikkamateriaaleilla ja energiatehokkaampi elektroniikka.	3
28	Robottiauto MaaS-palveluna on helpompi sähköistää kuin yksityisomisteinen auto, koska pääosa autoista tarvitaan ajokelpoisina vain ruuhka-aikana.	5
33	Sähköinen, kevyt sisävesiproomu vaikuttaa energiamuotojen kulutukseen ja jakeluun.	3
39	Aurinkopaneelipinnan tulostus rakenteisiin.	3
42	Aurinkopaneelien robotisoidut puhdistuspalvelut.	1
46	Energiahävikki vähenee lämmitetyissä tai kylmissä tiloissa ja lämpövarastoissa sekä kaukolämmön siirrossa. Kasvattaa kylmätilojen suosiota.	1
47	3D-tulostetut metamateriaalit voivat tuottaa auringonvalosta polttonesteitä. 3D-tulostetut rakenteet toimivat myös akkuina, kondensaattoreina ja aurinkokennoina.	5
49	Monet nanomateriaalit ovat merkittäviä uusien energialähteiden ja energiavarastojen raaka-aineita.	5
50	Bioenergiaa tuotetaan siitä osasta raaka-ainetta, josta ei energiaa hyödyllisempiä tuotteita saada. Erotustekniikan kehittyminen parantaa jalostusastetta.	3
51	Aurinkopaneelien ja tuulimyllyjen toimivuus paranee likaa hylkivien pintojen avulla.	3
53	Aurinkopaneelien suuntaaminen auringon kierron mukaan helpottuu.	3
54	Makean veden tuottamisen parantuva tehokkuus kasvattaa energian käyttöä siihen, jos itse tuotettu makea vesi muuttuu vaihtoehtoisia vedenhankintakeinoja edullisemmaksi.	1
55	Älymateriaalit liittyvät esimerkiksi akkuihin, muihin energiavarastoihin, aurinkoenergiaan ja sen nesteyttämiseen sekä polttokennoihin. Simulointi on tärkeä kehitystekniikka.	3
56	Bakteerien ja levien käyttö sähköä tai energiaraaka-aineita tuottavissa rakenteissa.	5
59	Geenimanipuloidut pieneliöt voivat tuottaa energiaraaka-aineita sekä energiatuotantoon ja varastointiin soveltuvia materiaaleja.	3
61	Keinosolujen kehittäminen energiaraaka-aineiden ja energiatalouden laitteiden valmistukseen.	1
67	LED-viljely tulee olemaan merkittävä energian kuluttaja ja säätövoiman tarpeen vähentäjä.	5
70	Aurinkosähkö on vähitellen muuttumassa edullisimmaksi energiamuodoksi ja hajautetuista energiantuotantomuodoista se on sitä jo.	20
71	Pohjoisissa oloissa lämpövarastojen merkitys lämmityskustannusten minimoinnissa on merkittävä, kuten myös kylmävarastojen merkitys lämpimillä alueilla.	3
72	Mahdollistaa jatkuvan sähköntuotannon uusiutuvien energioiden avulla.	20

TKID	Energia: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
73	Akkuteknologian kehitys kasvattaa sähköistyksen osuutta liikenteessä. Tällä on merkittävä vaikutus sähköverkon siirtotarpeeseen ja energiankulutuksen rakenteeseen.	5
74	Synteettisten polttonesteiden generointi aurinko- ja tuulienergialla synnyttää pitkäaikaisen edullisen ja helposti siirrettävän energiavaraston uusiutuvien kausivaihtelun tasaamiseen.	10
75	Uusiutuvilla syntetisoidun polttonesteen käyttö polttokennoissa mahdollistaa hiilineutraalin autoilun, lämmityksen ja kausi/varavoiman alhaisin varastointikuluin.	10
76	Vety on hyötysuhteeltaan tehokkaasti saatavissa sähköön ja valon avulla irti vedestä ja palautettavissa hapen kanssa vedeksi, jos vedyn säilytys on toteutettavissa helposti.	10
77	Hajautettu energia ja pyrkimys irti sähköverkosta tulee yleistymään ja vaikuttaa keskitettyjen ratkaisujen ja sähköverkon kannattavuuteen.	5
78	CO ₂ -käyttö raaka-aineena saattaa muuttaa fossiiliset polttoaineet hiilineutraaleiksi ja kasvattaa niiden hyväksyttävyyttä, jos prosessit osallistuvat CO ₂ -talteenottoon savu- ja prosessikaasuista.	5
79	Pienydinvoimalat voivat poistaa sähköverkon tarpeen ja sarjavalmistettuna skaalautua nopeasti etenkin, jos pienimuotoinen fuusio- tai fissioreaktio saadaan edulliseksi.	10
80	Uudet energian talteenotto muodot helpottavat uusiutuvan energian saantia ja tekevät energiasta ajoittain ja alueellisesti nykyistä edullisempaa.	5
81	Suurteholasereita voidaan käyttää fuusioenergian aikaansaamiseen.	5
82	Energian siirto mobiileille ja muille laitteille langattomasti helpottaa niiden toimintaa.	3
83	Kulkuneuvojen sähköistys vaikuttaa energiamuotojen suhteeseen olennaisesti ja kasvattaa sähköön käyttöä sekä toimii sähkövarastona todennäköisesti tasaten kysynnän heilahteluja.	5
84	Energiankulutuksen pelillistäminen auttaa kulutuksen vähentämisen lisäksi huippukuorman tasaamisessa.	3
85	Sähkörahan laskenta kuluttaa merkittävästi energiaa ja saattaa auttaa tasamaan energian kysynnän vaihtelua.	1
86	Mikrorahoitus sopii luonteeltaan moniin lähiennergiahankkeisiin.	1
92	Energiatuotannon robottien ja niihin liittyvien komponenttien rajapinnat edesauttavat tehokasta energiatuotantoa, mutta tehtävät ovat yksittäisten valmistajien ratkaistavissa.	1
93	Sähköverkossa kauppa on jo osittain koneiden välistä ja laajenee sekä hajautuu. Mobiilien autonomisten robottien on saatava ostaa sähköä koko liikkuma-alueeltaan.	5
95	Varastointitarpeen ennakointi joukkoistetun tiedon mukaan.	1
97	Vertaisverkon sähkökauppa voidaan kirjata lohkoketjuun.	1

1.6 Materiaalit



Arvonluontiverkoston raja: Tavarantavallinnassa, kemianteollisuudessa ja rakentamisessa käytettyjen materiaalien saanti on tämän arvoverkon tavoite. Rajauksen ulkopuolelle jäävät elintarvikkeet ja energiaraaka-aineet, mutta elintarviketuotannon raaka-aineet, kuten lannoitteet kuuluvat tavoitteisiin.

Tärkeimpinä arvoina ovat raaka-aineiden ja muiden omassa toiminnassa tarpeellisten materiaalien kustannustehokas saanti, haittavaikutusten minimointi ja riittävä laatu. Mikäli tuotanto on hyvin pääoma- tai henkilövaltaista, ovat keskeytykset kalliita ja raaka-aineiden saanti tulee turvata. Haittavaikutuksiin luetaan sekä raaka-aineiden tuotannosta että käytöstä ihmisille ja ympäristölle koituvat haitat. Toiminnallisina näkökulmina huomioidaan valmistus, käyttö ja kierrätys.

Transformaation keinot ja arvot: Nykyinen valtaregiimi nojautuu pääosin kaivannaisteollisuuteen, metsäteollisuuteen tai muuhun energiantensiiviseen suurten raaka-ainevirtojen prosessiteollisuuteen ja massavalmistukseen. Haastajaregiimi tarjoaa uusiutuvia ja prosessiteknisesti tai toiminnallisesti tehokkaita materiaaleja. Lisäksi suunta on kohti kiertotaloutta, alhaisen lämpötilan prosesseja, kehittyneitä rakenteita ja tarpeen mukaista, tekoälyn ohjaamaa pieniuuden ekonomiaa.

Grafeeni ja muut nanohiilet ovat esimerkki uusien materiaalien mahdollisuuksista. Niillä voidaan laboratoriossa jo ainakin auttavasti korvata jokaisen harvinaisen metallin pääasiallinen käyttötarkoitus kultakoruja lukuun ottamatta. Nanohiilet ovat ideaalimuodoissaan paljon terästä lujempia. Kyse on hiilen allotrooppisista muodoista. Raaka-aineena niille voi toimia esimerkiksi ilmakehän hiilidioksidi. Teoriassa valmistuskustannus on mahdollista saada perinteisten teollisten raaka-aineiden tasolle jopa rakennusteollisuuden ja raskaiden sarjavalmistusten rakenteissa.

Nanosellu tarjoaa monia grafeenin kaltaisia ominaisuuksia, mutta sen valmistuksessa raaka-aineena on selluloosa. Luonto tuottaa hyvin monia muitakin raaka-aineiksi soveltuvia materiaaleja ja luontoa matkimalla voidaan esimerkiksi tuottaa huomattavasti vetolujuudeltaan terästä vahvempia ja aramidikuituja, kuten kevlaria, sitkeämpiä kuituja. Bioteknologian avulla on myös mahdollista saada ravinneliuoksissa bakteerit ja homeet huoneenlämmössä tuottamaan valmiiseen muotoon raaka-aineita, jotka vastaavat lujuuudeltaan kovimpia ja sitkeimpiä tunnettua materiaaleja.

Uudet tavat käsitellä raaka-aineita tuottavat erittäin keveitä ja lujia rakenteita. Esimerkkinä mainittakoon alumiinivaahto. Myös 3D-tulostuksen avulla voidaan luoda kennomaisia rakenteita ja laminaatteja, joiden toiminnalliset ominaisuudet ylittävät tunnetut materiaalit selvästi, vaikka niissä ei käytettäisi lainkaan perinteisen kaivannaisteollisuuden raaka-aineita tai suuria energiamääriä. Uusien kuitujen ja ligniinin kaltaisten uusiutuvien sideainesten avulla lienee mahdollista vähentää teräksen, betonin ja asfaltinkin kaltaisten kaivannaisiin perustuvien materiaalien käyttöä jo tämän raportin tarkastelemalla aikajaksolla ja lopulta eliminoida kaivannaisteollisuus kokonaan.

Tekoäly, robotiikka ja materiaaleja tunnistavat sensorit mahdollistavat tehokkaan kierrätyksen nykyisten teollisten symbioosien ja kotitalouksien kierrätysastioiden ulkopuolella. Robotit voivat kulkea ihmisen ympäristössä ja kerätä kulloinkin tarpeellisia raaka-aineita esimerkiksi kaatopaikoilta. Valtamerille on jo suunniteltu aurinkoenergian avulla kulkevia autonomisia aluksia, jotka keräävät ja puristavat kokoon meressä ajelehtivia muoviroksia. Tästä keräilymuovista on jo valmistettu rakennusharkkoja, kattotiiliä ja kokonaisia rakennuksiakin.

Kiertotalouteen liittyy tavaroiden suunnittelu kierrätyksen ehdoilla. Teolliset symbioosit ovat osa tätä ajattelua. Tavaroiden tunnistemerkinnät ja niihin liittyvä valmistuksen yhteydessä lisätty informaatio materiaalisällöstä romutettavien tavaroiden kierrätystä varten voidaan toteuttaa hajautetusti lohkoketjuteknologialla. Materiaalisen ympäristökuormituksen pelillistäminen edistää kestävää kehitystä.

Tärkeimmät uudistavat arvot liittyvät ympäristönsuojeluun, prosessien tehostamiseen ja raaka-aineiden sekä prosessien kilpailukyvyyn taloudelliseen parantamiseen, mutta myös uudenlaisten tuoteominaisuuksien mahdollistamiseen.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Nykyinen teollinen ja logistinen infrastruktuuri on rakennettu kuljettamaan massiivisia raaka-ainevirtoja kaivosteollisuuden ja öljyteollisuuden lähteiltä jalostamoihin ja tuotantolaitoksiin sekä sieltä edelleen kokoonpanolinjoille ja jakeeluun. Junien, laivojen ja rekkojen virta kulkee tämän rakenteen palveluksessa. Merkittävä osa tarvittavista rakenteista on yhteiskunnan pitkän aikavälin panostuksen tulosta. Ammattioppilaitokset ja talouden päättäjät myös opettavat näitä rakenteita. Huomiotalouden keinoin niiden tapahtumille annetaan paljon media-aikaa ja investointien kannattavuutta laskettaessa vuosipoistot pidetään pieninä ja sijoitukset arvioidaan riskittömiksi.

Kiertotaloutta, uusia raaka-aineita ja hajautettuja sekä biologisia prosesseja hyväksikäyttäviä tuotannon malleja opetetaan huomattavasti niukemmin resurssein kuin perinteisiä oppeja. Niitä tukevat rakenteet ja regulaatiot ovat vähäisiä. Osa sääntelystä jopa estää uusia kestävämpiä menettelyitä, koska määräykset on laadittu vanhoja materiaaleja sekä niiden raaka-ainevahvuuksia silmällä pitäen.

Tärkeimmät valtavirtaa säilyttävät arvot liittyvät vienti- ja aluepolitiikkaan, joihin liittyvät käytännöt on suunnattu olemassa olevia tuotantorakenteita ylläpitämään ja kasvattamaan.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Metalli- ja kemianteollisuuden käyttämien raaka-aineiden haitat ovat merkittäviä monista luontoa ja energiaa säästävistä toimista huolimatta. Ongelma koskee sekä kaivostoimintaa, öljynporausta että erotustekniikkaa ja muuta jalostustoimintaa. Näiden raaka-aineiden korvaaminen luontoa ja ihmisen elinympäristöä vähemmän kuormittavilla materiaaleilla on tavoittelemisen arvoista.

Monien uusien materiaalien ja prosessien rakenne vaatii perinteisiä keinoja vähemmän pääomia. Lisäksi helpomman hajautettavuuden ansiosta massiivista raaka-ainelogistiikkaa voidaan vähentää. Uudet materiaalit ovat myös eri tavoin vanhoja parempia ja saattavat parantaa tuotteiden kilpailukykyä muidenkin kuin luontoarvoja edistävien asiakkaiden silmissä. Useat uusista raaka-aineista ovat paikallisesti valmistettavissa tai löydettävissä, joka vaikuttaa myönteisesti kauppataaseeseen ja työllisyyteen.

Riskinä on nähtävä investointien ja osaamisen sidonnaisuus nykyisiin raaka-aineisiin ja materiaalivirtoihin. Tämä voi aiheuttaa laajoja alaskirjaustarpeita ja rakenteellista työttömyyttä, mikäli muutos globaalissa kysynnässä on nopea. Teollisuus on jopa työntekijöiden identiteetin tasolla sidoksissa käyttämiinsä materiaaleihin ja saattaa kieltäytyä havaitsemasta muutosta ajoissa, kuten paperiteollisuuden murroksessa tapahtui.

Prosessiteollisuuden investoinnit ovat tyypillisesti mittavia ja pitkävaikutteisia. Suomessa yhteiskunta tukee nykyistä toimintamallia sekä koulutuksen, infrastruktuuri-investointien että vientiponnistelujen tasolla, mutta myös teollisen halvan energian kautta. Tämäkin hidastaa muutostarpeen havaitsemista.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Muutos synnyttää esimerkiksi seuraavia uusia ammatteja: Biomateriaalikasvattaja valmentaa bakteereja ja hiivoja geenimuuntelun avulla tuottamaan uusia materiaaleja ja rakenteita. Nanopintainsinööri ja nanokuituinsinööri suunnittelevat uusia materiaaleja ja niiden valmistustapoja sekä käyttösovelluksia. Nanohiilirakenteiden suunnittelija ja MOF-suunnittelija ovat vastaavia materiaalirakenteiden suunnittelijoita erityistarpeisiin. Materiaalimallintaja on näille ja muille tietoteknisin menetelmin materiaaleja suunnitteleville ammattilaisille yhteisnimitys.

Erotusteknikkojen ja kierrätysteknikkojen määrä kasvaa voimakkaasti ja osaaminen poikkeaa nykyisestä olennaisesti teknisempään suuntaan. Kierrätysstrategian suunnittelija nousee teollisen muotoilijan rinnalle tärkeänä päättäjänä. Raaka-ainetarpeen analyytikko selvittää, mitä raaka-aineita kulloinkin kannattaa käyttää, ja raaka-ainevalikoiman ja valmistustapojen moninaistuessa sekä yksilöllisen tuotannon lisääntyessä tämä tarve tulee kasvamaan nopeasti.

Muutoksen säädöstavoitteet: GMO-materiaalituotannon säädöstarve tulee tarkistaa. Betonin ja raudan korvaaminen uusilla rakennusmateriaaleilla tulisi tehdä helpommaksi kehittämällä yhteisiä suosituksia ja hyväksymismenettelyitä. Kaivannaisten hyödyntäminen tulisi nähdä luonnonvaratasetta rasittavana samalla tavalla kuin raaka-aineen varasto-otto vaikuttaa taseeseen. Kansantalouden laskelmissa siis tulojen rinnalle niitä vähentävänä eränä tulisi kirjata olemassa olevan varannon väheneminen ja ulkoishaitat sekä vakuudetomat vastuut.

Materiaalivaatimukset tulisi saattaa kauttaaltaan toiminnallisiksi sen sijaan, että säädöksissä mainitaan varsinaiset materiaalit. Kierrätysmateriaalien käyttäjät tulisi määrätä haittamaksujen vastaanottajiksi.

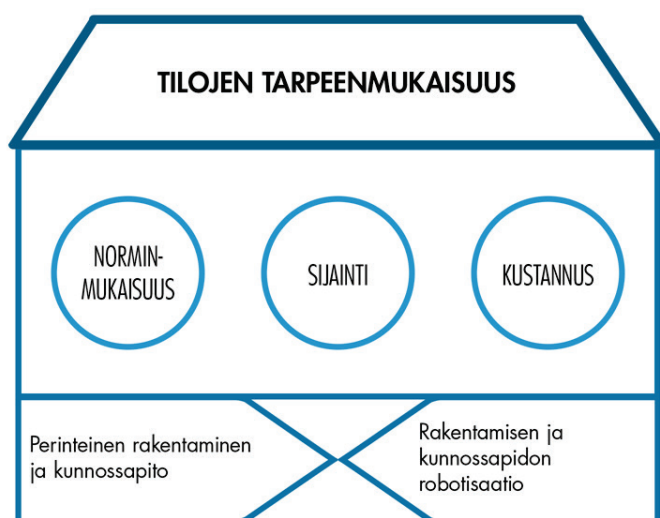
Kansalliset erityispiirteet: Suomi on poikkeuksellisen riippuvainen tässä valtaregiiminä kuvatuista menettelytavoista ja niihin perustuvasta vientiteollisuudesta. Tämä saattaa vaikeuttaa muutokseen reagointia, mutta koska kyse on globaalista muutoksesta, kysyntätilanne saattaa yksittäisillä aloilla laskea yhtä nopeasti kuin paperiteollisuudelle vuosituhannen vaihteessa tapahtui.

TKID	Materiaalit: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
2	DNA-kirjoitus edistää synteettisen biologian tuottamien materiaalien kehitystä.	10
4	Tuotantoprosessin säätö, tuotteiden laatu ja tuotantotilan turvallisuuden valvonta.	10
5	Vastaanotettujen raaka-aineiden ominaisuuksien tunnistus ja niiden tuotantoprosessien valvonta ja mittaus materiaalitutkan avulla.	5
7	Monien raaka-aineiden tutkiminen edellyttää spektrometrejä näillä aaltoalueilla.	3
9	Plasmoniikan tuntemus auttaa tuottamaan läpinäkyviä, lujia materiaaleja, optisia, optoelektronisia ja elektroniikkamateriaaleja.	5
12	Uusien materiaalien ja niiden tuotannon suunnittelu tekoälyn avulla.	3
18	Raaka-aineisiin, niiden laadun tunnistamiseen, kehittämiseen, tuottamiseen ja käyttöön liittyy huomattava määrä aineistoa, jonka voi luoda tekoälyn opetusaineistoksi.	3
25	Uudet elektroniikkamateriaalit mahdollistavat joustavan elektroniikan avulla moniin teksteileihin sekä muihin mukautuviin ja joustaviin pintoihin elektroniikkaa.	3
26	Uusien yhdisteiden ja metamateriaalien etsintä, ominaisuuksien tunnistaminen ja valmistusmenetelmien kehittäminen hyötyvät laskentatehon kasvusta.	5
27	Metsätalouden tehtävissä kävelevä robotti on hyödyllinen.	1
30	Nelikopterit voivat toimia metsänistutuksessa sekä valvonnassa.	1
32	Ilmalaivojen käyttö puunkuljetuksissa vähentää metsäautoteiden tarvetta.	3
33	Robottialusten avulla valtamerten muovijäte voidaan kerätä raaka-aineiksi.	1
35	Asteroideissa on melko haitattomasti saatavilla valtavia määriä meille todella harvinaisia metalleja, joita käytetään raaka-aineena monissa tärkeissä laitteissa.	5
38	Tavaroiden 3D-tulostus synnyttää merkittävää uutta raakamateriaalitarvetta.	3
39	Rakennusten 3D-tulostus edellyttää betonilta ja eristeiltä erikoisominaisuuksia.	1
40	GMO-bakteerien kasvattamat materiaalit.	3
41	Teollisten prosessien älykkyyttä lisäämällä voidaan raaka-aineiden toleransseja väljentää ja kompensoida vaihtelua prosessia säätäen. Usein näin jo tehdään.	3
42	Metsänhoidon robotisoidut palvelut.	1
43	Uusien raaka-aineiden, erityisesti metamateriaalien kehitys todennäköisesti hyötyy aineiden uudentyypisistä manipulointitavoista.	3
46	Uudet kevyet ja lujat tai eristävät materiaalit mahdollistavat lukuisia uusia sovelluksia ja syrjäyttävän aiempia materiaaleja tieltään.	3
47	3D-tulostetut metamateriaalit tulevat olemaan merkittäviä optiikan, elektroniikan ja lujuuden, kitkan, erotustekniikan sekä muiden ominaisuuksien vuoksi.	5

TKID	Materiaalit: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
48	Nanomateriaalit tarjoavat erinomaisia ominaisuuksia kaivannaisten korvaamiseen.	20
49	Nanomateriaalien tuotannon kehitys vaikuttaa suoraan monien materiaalien hintaan.	5
50	Jätteiden ja sivuvirtojen käyttö raaka-aineiksi helpottuu uusien erotustekniikoiden myötä.	5
51	Monien raaka-aineiden tuotanto helpottuu epäpuhtauksia hylkivässä ympäristössä ja raaka-aineiden käyttöominaisuudet ovat suojattuna paremmat.	3
52	Sementin valmistus nykyisellä tavalla synnyttää runsaasti kasvihuonekaasuja. Tämä haitta voidaan poistaa tai merkittävästi vähentää korvaavia materiaaleja kehittämällä.	10
53	Keinotekoinen lihas ja iho ovat hyvin moniin eri tarkoituksiin tärkeitä materiaaleja. Joustavat mekaaniset rakenteet ja robotiikka hyötyvät tästä erityisesti.	5
54	Makea vesi on yksi keskeisistä raaka-aineista useimmissa prosesseissa. Monilla halvan energian alueilla vedestä on pulaa. Paikallinen tuotanto vähentää kuljetuskustannuksia ja haittoja.	5
55	Uusien tarpeenmukaisten älymateriaalien löytämisessä ja niiden valmistusprosessin kehittämisessä kemiallisten ilmiöiden simulointi on avainasemassa.	5
56	Pieneliöiden ohjaaminen tuottamaan haluttuja materiaaleja ja muotoja.	5
58	Nanohiukkaset ja mikrobotit voivat yhteistyössä pieneliöiden kanssa tuottaa raaka-aineita.	3
59	GMO-pieneliöt voivat tuottaa auringonvalon avulla erilaisia materiaaleja ja raaka-aineita mukaan lukien lääkkeitä, polttonesteet, biofilmit.	5
60	GMO-tekniikat ovat muuttuneet helpoiksi ja tarkoiksi. Ne edesauttavat GMO-pohjaisen materiaalit tuotannon kehittämistä.	3
61	GMO-suunnittelu ja keinosolun kehittäminen raaka-ainetuotannon tarpeisiin. Keinosolut tullevat olemaan GMO-soluja tärkeämpi asia materiaalit tuotannossa.	10
63	Soluviljelmät tuottavat merkittäviä materiaaleja ja raaka-aineita.	5
64	Jotta viljelty solukko olisi tuotteiden raaka-aineeksi sopiva materiaali, se on saatettava rakenteisesti sopivaan muotoon muiden ainesosien kanssa. 3D-tulostus toteuttaa tämän.	3
67	Raaka-ainetehokkuus paranee suljetussa kierrossa.	3
68	Biologiset kuidut ovat erittäin tärkeitä ja kehittyviä raaka-aineita.	10
70	Edullisen aurinkoenergian avulla voidaan tuottaa monia uusia materiaaleja.	5
71	Aurinkopeilijärjestelmien käyttö raaka-ainetuotannossa voi olla tehokasta. Prosessiteollisuuden hyötysuhteen parantamisessa hukkalämmön muutto sähköksi.	3
78	Nanohiilten ja hiilivetyjen valmistus CO ₂ -raaka-aineista paikallisesti tarkoittaa raaka-aineiden paikallista saatavuutta haittoja tuottamatta ja niitä vähentäen.	10
79	Pienydinvoimalat - erityisesti edullinen fissio, voivat tehdä raaka-ainetuotannosta sähköverkosta riippumatonta.	3
80	Jaksottain ja alueellisesti edullinen energia vaikuttaa raaka-ainetuotannon alueelliseen ja ajalliseen jakaumaan.	3
81	Laserin avulla voidaan valmistaa materiaaleja - esim. LiG-grafeenia.	3
83	Akkujen voimakas kysynnän kasvu vaikuttaa harvinaisten metallien kysyntään.	3
84	Kierrätyksen pelillistäminen jo ostoksien kierrätettävyydestä alkaen auttaa parantamaan materiaalikiertoa.	1
90	Alustat ja talkoot voivat olla merkityksellinen tuki kierrätykselle.	3

TKID	Materiaalit: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
92	Materiaalituotannon robottien ja niihin liittyvien komponenttien rajapinnat edesauttavat kehitystä, mutta erilliset tehtävät ovat yksittäisten valmistajien ratkaistavissa.	1
93	Koneiden välinen kauppa vakioi entisestään materiaaliominaisuuksia.	1
96	Uusien materiaalien suunnittelu voi olla globaali AI-palvelu.	3
97	Materiaalit voidaan kirjata materiaalierittäin lohkoketjuun kierrätystä varten tavalla, joka siirtyy tuotteisiin ja säilyy romutukseen saakka.	3

1.7 Rakennettu ympäristö



Arvonluontiverkoston raja: Tämän arvonluontiverkoston päämääränä on se, että ihmisillä, eläimillä, laitteilla ja kasveilla on sijainniltaan ja olosuhteiltaan liikkumiseen ja toimintaan tarpeenmukaiset tilat. Tilojen ja väylien suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito ja purkaminen kuuluvat rajauksen piiriin, kuten myös tiloihin liittyvä talotekniikka ja väylien tekniikka.

Tärkeimmät arvot toiminnassa ovat norminmukaisuus, sijainti ja kustannus. Normeihin liittyvät erilaiset kaavat ja rakennusmääräykset sekä kunnossapitoon liittyvät säädökset. Kaavat ovat tavallisesti pitkällisen valmistelun, poliittisen päätöksenteon ja monenlaisten arvojen yhteen sovittelun tulosta. Tilojen sijainti maantieteellisesti ja suhteessa liikenneväyliin vaikuttaa arvoon merkittävästi siten, että rakennetut tilat ovat arvokkaimpia siellä, missä niitä on eniten. Sosiaalinen ympäristö on tärkeä sijaintiin liittyvä arvo, kuten myös matkaetäisyys palveluihin ja työpaikkaan. Kustannuksissa siirrytään kohti elinkaariajattelua, jolloin tilojen ja väylien käyttöikä ja kunnossapidon kustannukset ympäristövaikutukseen pyritään ottamaan päätöksenteossa huomioon.

Transformaation keinot ja arvot: Rakennettu ympäristö muuttuu verrattain hitaasti. Lähes kaikki nyt rakennetut tilat ja väylät ovat edelleen käytössä vuonna 2037. Pääosa lähtölevaisuudessa rakennettavista tiloista ja väylistä tehdään jo nyt voimassa olevien kaavamääräysten ja rakennusmääräysten mukaan. Rakentamisen ja kunnossapidon tavat sekä tilojen ja liikenneväylien käyttö saattavat kuitenkin muuttua merkittävästi jo vuoteen 2037 mennessä. Rakentamisen olennainen tehostuminen ja käyttötarpeiden merkittävä muutos voivat myös jonkin verran nopeuttaa rakennuskannan uusiutumista.

Rakentaminen on ollut varsin henkilövaltaista, mutta robotisaation myötä valu, muuraaminen, maalaaminen, materiaalien siirtäminen ja monet asennus- sekä viimeistelytehtävät voidaan automatisoida. Rakennusten 3D-tulostimet, robottimuurarit ja -maalarit ovat kokeiluvaiheessa. Rakentaminen automatisoituu sekä tehtaiden elementtivalmistuksena että paikallarakentamisessa. Kunnossapidon tehtäviä robotisoidaan myös alkaen nurmien leikkauksesta ja lattiapintojen siivouksesta. Automaatio etenee katujen ja teiden kunnossapitoon sekä vaativampiin tehtäviin.

Liikenteen kehittyminen vaikuttaa sekä väyliin, tilojen tarpeeseen että niiden sijoitteluun. Hyperloop saattaa yhdistää keskuksia satojen kilometrien etäisyyksillä yhtä tehokkaasti kuin metro nyt kaupunkien lähiöitä. Liikenteen robotisaatio voi yhdessä jakamistalouden kanssa tehdä liikkumisen palveluna niin joustavaksi, ettei lähiöissä ja haja-asutusalueillaakaan enää koeta omistusautoa tarpeelliseksi.

Kehityksellä on radikaali vaikutus matkaketjuihin, jotka voivat koostua esimerkiksi robotiautosta, metrosta, hyperloopista ja sähköpyörästä. Kaupunkien keskustat voidaan nykyistä helpommin määrätä autoista vapaiksi ja parkkitilat ottaa muuhun käyttöön. Monimuotoisuus sekä tilojen että asuinympäristöjen suunnittelussa kasvaa. Kaupunkiympäristön yhteisöllisyyttä suunnitellaan aiempaa enemmän.

Asuinrakentamisessa tilat on suunniteltu nukkumista, televisiokeskeistä oleilua, ruoan valmistusta ja henkilökohtaista hygieniää silmällä pitäen. Robotisoidut keittiöt ja virtuaalitodellisuus sekä sisäviljely muuttavat tilojen tarvetta melko nopeasti. Robottikokki saattaa johtaa yhteiskeittiöiden yleistymiseen ja sisäviljelmät voivat vallata tyhjiksi jäävät parkkihallit. VR- ja AR-lasit toisaalta tekisivät ikkunattomat pehmustetut huoneet hyödyllisiksi. Tilojen monikäyttöisyys muunneltavuuden avulla kasvattaa suosiota. Asuintilojen lisäksi niin kaupan ja palveluiden kuten valmistuksen tilantarpeet tulevat kokemaan radikaaleja muutoksia sijainnin, käyttötarkoituksen ja liikennetarpeen osalta.

Uudet rakennusmateriaalit muuttavat rakennukset energian tuottajiksi ja sallivat lujia, hyvin kevyitä ja eristäviä rakenteita. Rakennusautomaatiossa siirrytään liikkuvien yleiskäyttöisten ja ympäristöään jatkuvasti valvovien robottien kautta tilanteeseen, jossa vanhatkin rakennukset saadaan vähin kustannuksin rakennusautomaation piiriin.

Tärkeimmät uudistavat arvot ovat systeeminen tehokkuus, yksilöllisyys, elämyksellisyys, vaivattomuus ja palveluiden läheisyys.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Kiinteistö- ja rakennusala työllistää noin 300 tuhatta ihmistä Suomessa. Rakennettu ympäristö muodostaa noin 70% kansallisvarallisuudesta. Rakennusinvestoinnit vastaavat noin kahta kolmasosaa vuosittaisista kiinteistä investoinneista. Rakentamisen ja rakennusten osuus energiankäytöstä on noin 40%. Rakentaminen

on erittäin tiukasti normitettu, ja poliittinen päätöksenteko ohjaa rakentamista sekä sallittujen paikkojen että käyttötarkoitusten ja väylien, mutta myös materiaalien ja ulkonäön osalta.

Väylien rakentamisesta päättävät pääosin kunnat ja valtio, jotka myös vastaavat verovaroin väylien kunnossapidosta. Käytännön toteuttajina toimivat julkisyhteisöjen omistamat laitokset ja yksityiset urakoitsijat. Rakentaminen ja kunnossapito tapahtuvat toistaiseksi perinteisin keinoin ihmisen ohjaaman konevoiman avulla ja perinteisiä materiaaleja käyttäen.

Rakennuskanta syntyy sallituille paikoille omistus- ja vuokratonteille osin julkisesti ja osin yksityisesti rahoitettuna. Rakentajat ja rakennuttajat näkevät vaivaa saadaakseen luvan rakentaa houkutteleviin sijainteihin. Myös rakennuskustannuksiin kiinnitetään huomiota. Useimmat asiakkaat eivät kykene arvioimaan elinkaarikustannuksia, joten hankintahinta, sijainti ja tilojen sopivuus käyttötarkoitukseen ovat päätavoitteita. Rakentamisen laatu määräytyy pääosin viranomaisen toimesta. Muuttoliike suuriin kaupunkeihin kasvattaa rakennusten alueellisia arvoeroja jatkuvasti.

Suurin osa rakentamiseen liittyvästä työstä suoritetaan rakennuspaikalla ja automaation osuus on hyvin vähäinen lukuun ottamatta rakennusteknisiä komponentteja, kuten LVIS-tekniikkaa ja erilaisia rakennuselementtejä. Rakennusvirheet ovat tavallisia ja erityisesti kosteusvauriot aiheuttavat merkittäviä kustannuksia ja haittoja.

Tärkeimpiä valtaregiimin käytäntöjä säilyttäviä arvoja ovat autoiluriippuvuus, tottumus vanhoihin toimintatapoihin, riskinottohaluttomuus, sijainnin ja hankintahinnan merkitys valinnoille sekä normatiivisuus ja normien hidas mukautuminen digitalisaatioon.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Mikäli henkilöautoriippuvuus olennaisesti vähenee, voisi kaupunkirakenne tiivistyä ja liikkuminen järkevöityä. MaaS-tyyppinen liikkuminen tehostaa väylien käyttöä, nopeuttaa liikkumista, vapauttaa parkkialueet muuhun käyttöön ja mahdollistaa palveluiden tiheimmän sijoittelun.

Etäläsnäölon keinot vähentävät liikennetarvetta ja parantavat näin väylien sujuvuutta, mutta ne myös vähentävät kohtauspaikkoina käytettyjen tilojen merkitystä. Etäläsnäölo, robotiikka, hyperloopin ja henkilölennättimien kaltaiset ratkaisut helpottavat haja-asutusalueilla asumista. Työssäkäynti- ja asiointialueen laajeneminen matka-aikojen vähetessä ja etätyön entisestään helpottuessa kasvattaa kansantuotetta ja tasaa rakennuskannan arvoeroja maan eri osissa.

Rakentamisen ja kunnossapidon automatisoituminen synnyttää merkittävän työllisyysriskin. Materiaalien monimutkaistuminen ja rakentamiseen osallistuvien robottien hankinta voi myös johtaa vaihtosuhteen heikkenemiseen, mikäli robotit ja uudet materiaalit hankitaan tuontina ja niillä korvataan kotimaisia materiaaleja tai paikallista työtä.

Muutoksesta puhuttaessa on korostettava, kuinka hitaasti koko rakennuskanta ja väylästä muuttuvat, ja kuinka konservatiivisesta alasta on kysymys. Toisaalta kannattaa muistaa sähköistymisen ja sisävessojen yleistymisen. Nykyään ne ovat vakiovarusteita myös rakennuksissa, joiden alakerros sata vuotta sitten oli varattu hevosille. Käyttötarpeet muuttuvat nyt nopeammin uusien mahdollisuuksien avautuessa ja saneeraustarve tulee siksi olemaan hyvin laajamittaista.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Uusia ja kasvavia ammatteja tulevat olemaan esimerkiksi yhteisöllisyysuunnittelija, sosiaaliarkkitehti, parkkitilan uudelleensuunnittelija, elinympäristöanalytikko, tilankäytön valvoja, kiinteistövalvomomestari, rakentajarobottiasentaja ja -ohjaaja, robottirakennusmateriaalisäättäjä, -rakennusmestari, -valvoja ja -arkkitehti, kunnossapitokauko-ohjaaja ja kunnossapitorobottivalmentaja.

Muutoksen säädöstavoitteet: Rakenteille ja tiloille tulisi saada yksilölliset tunnisteet, joiden avulla niiden sijainti, koostumus ja muut tiedot löytyvät pilvipalvelusta. Rajapinnan tulisi olla avoin ja ylläpidetty koko elinkaaren ajan suunnittelusta purkutoimiin ja purkamisen jälkeisiin jatkotoimiin. Tietojen tulisi olla yleisessä robottiluettavassa muodossa vakioidun ohjelmistorajapinnan takana.

Esteettömyysmääräykset tulisi uudistaa robottiaivusteista liikkumista ja robottien suorittamaa kunnossapittoa silmällä pitäen. Kunnossapitorobottien autonominen liikkuminen julkisilla väylillä ja työ kiinteistöjen alueella tulisi mahdollistaa. Ikkunoihin liittyvät määräykset tulisi muuttaa siten, että luonnolliset ikkunat voidaan korvata näyttöpinnoilla. Aurinkopaneelien käyttö pintamateriaaleina tulisi sallia ja sitä rajoittava kaavoitus estää. Sisäviljelyn vaikutukset rakennuksiin tulisi selvittää. Kaavoituksessa tulisi huomioida robottiliikenne palveluna ja sen supistava vaikutus autokantaan sekä mahdollisuus kasvattaa kevytliikennevälineiden käyttöä ja väylästää autoriippuvuuden vähentyessä.

Kansalliset erityispiirteet: Talviolosuhteet merkitsevät haastetta kunnossapidolle.

<https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6alan-yhteiskunnallinen-ja-kansantaloudellinen-merkitys-2014.pdf>

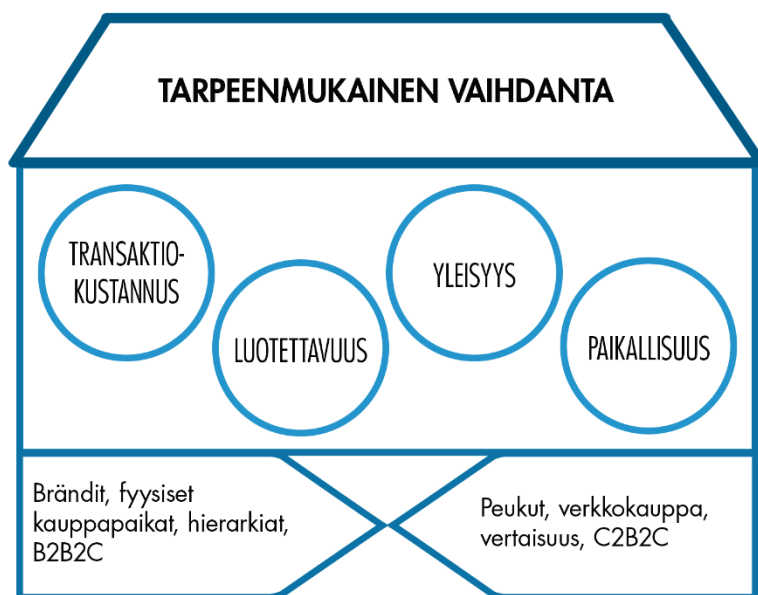
TKID	Rakennettu ympäristö: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Ympäristön olosuhteiden optimaalinen säätö henkilökohtaisiin mieltymyksiin ja yksilöllisesti ärsyttävien paikkojen tai olosuhteiden kartoitus	5
3	Rakennusten olosuhteiden, esimerkiksi lämpötilan säätö kehon tarpeisiin.	5
4	Rakennuksen sisäilman ja veden laadun mittaus. Rakennushomeen ja muiden erityisten epäpuhtauksien mittaus.	5
5	Rakennuksen kunnon seuranta ja korjaustarpeiden ilmetessä materiaalien analysointi. Rakennuksen sisäilman valvonta.	5
6	Kuvantaminen auttaa luomaan digitaaliset väylät robottien liikkumiseen.	3
7	Nopeat tietoliikenneyhteydet, energian harvestointi sensoreissa, kunnossapidon tutkimustarpeet - vaativat kaikki näiden aaltoalueiden lähetys/vastaanottokykyä.	5
8	LiFi-verkot ovat nykyisiä WiFi-yhteyksiä nopeampia ja voivat korvata ne. LED-valoseinät ja valotapetit sekä näyttöseinät voivat korvata lamput, ikkunat ja televisiot.	10
9	Läpinäkyvä alumiini, rakenteiset värit, plasmoniikalla tuotetut näyttöpinnat.	5
11	Rakennetussa ympäristössä liikkuminen puheopastuksella ja tilojen ja tiloihin liittyvien kunnossapidon tarpeiden osoittaminen ja hallinta puhumalla "rakenteille".	3
12	Kunnossapitotarpeen valvonta, kunnossapidon ohjaus ja kevyiden, esteettisten rakenteiden suunnittelu sekä reitinopastus.	5

TKID	Rakennettu ympäristö: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
13	Rakennettuun ympäristöön ja kunnossapitoon liittyy hyvin suuri määrä erilaisia tilanteita ja tarpeita kapeina segmentteinä. Puolivalmiit alustat ovat kehitykselle tärkeitä.	5
14	Lukot voidaan korvata kasvojen tunnistuksella, emotioiden tunnistus voi vaikuttaa äänimaisemaan ja valaistukseen. Kunnossapito voi esiintyä persoonallisena.	3
15	Rakennettu ympäristö voi opastaa kulkijaa ja kulkija ilmaista kunnossapidon tarpeita puheena.	3
16	Kunnossapitorobotit tarvitsevat reaaliaikaisen tilannekuvan ympäristöstään, kuten myös rakentamiseen autonomisesti osallistuvat robotit.	5
17	Kunnossapidon robotisointi vaatii sen, että robotti tunnistaa ja hallitsee käsittelemiensä esineiden muodot oikein.	3
18	Rakentamiseen, rakennusvirheisiin ja kunnossapitoon liittyy suuri määrä aineistoa, jonka voisi opettaa tekoälylle.	3
19	Älylasit tai AR-lasit voivat opastaa reittejä, osoittaa kunnossapidon tehtäviä, välittää asiantuntijan ohjeita ja näyttää mittatietoja sekä suunnittelu- ja historia-tietoja.	10
20	Asiantuntija voi VR-lasien kautta neuvoa AR-laseja käyttävää huoltomiestä. VR-lasien avulla voidaan myös kauko-ohjata kunnossapidon robotteja tarvittaessa.	5
21	Kunnossapitorobotti kauko-ohjataan luontevimmin liikkeisiin perustuvilla haptisilla ohjaimilla.	3
22	Rakennetun ympäristön IoT tuottaa kovin runsaasti sensoridataa, joka voi helpottaa kunnossapitoa, mikäli sensoritieto on saatavilla.	3
24	IoT-laitteiden nykyiset julkisen avaimen salaukset ovat murrettavissa.	3
25	Rakenteisiin liittyvät sensorit ja optiset pinnat muuttuvat yhä monipuolisemmiksi.	3
26	Laskentatehon kasvu mahdollistaa koko rakennetun ympäristön reaaliaikaisen 3D-mallin jaetun päivittämisen ja ylläpidon robottien liikkumisen ja kunnossapidon tarpeisiin.	5
27	Kävelyavustajien avulla liikuntaesteiset käyttävät tiloja ilman pyörätuolia, jolloin esteetön rakentaminen ei ole niin tarpeen. Kunnossapidon robotisointi vaatii kävelevän robotin.	10
28	Robottiauto MaaS-palveluna vähentää parkkipaikkatarvetta radikaalisti. Katujen ja teiden kunnossapidon robotisointi. Kunnossapitorobottien kuljetus huolto-kohteisiin.	10
29	Helpon robotisoidun jakelun piirissä olevien rakennusten arvo nousee ja väylien kunnossapidon tarve lisääntyy. Katettujen väylien tarve kasvaa.	5
30	Autonominen kulkuväylien turvallisuuden ja rakenteiden kunnon valvonta, vähäinen hankalien kohteiden kunnossapito. Kopterijakelu vaatii ilmatoiimituksille jättöpaikan.	5
31	Rakennusten katoille tulisi varata laskeutumispaikkoja tiheästi rakennetuilla alueille ja muualla muita laskeutumispaikoiksi sopivia keskeisiä kenttiä tai vapautuvia parkkipaikkoja.	3
32	Jatkuva ilmavalvonta ja ilmassa oleva tietoliikennetukiasema parantavat rakennetun ympäristön toimivuutta ja helpottavat kunnossapitoa.	3
33	Jatkuva vesillä asuminen lisääntyy lämpimillä vyöhykkeillä. Vesireittien merkitys ja vesitse saavutettavuuden merkitys voivat kasvaa.	1
34	Matkanopeus ja aikatauluttomuus 200km säteellä eri kaupunkikeskusten välillä tekee niistä yhden työssäkäynti- ja asiointialueen.	10

TKID	Rakennettu ympäristö: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
35	Satelliittimittaukset ja valvonta helpottavat kunnossapitoa.	1
36	Kyberhyönteiset voivat suorittaa valvontaa rakennuksien sisätiloissa, ilmanvaihtoputkistoissa ja muissa hankalapääsisissä tiloissa.	1
37	Useiden rakentamisen ja rakennusten kunnossapitotehtävien automatisointi edellyttää tuntoherkkiä robottikäsiä.	3
38	Huollon työkalujen ja varaosien 3D-tulostuksella on kasvava merkitys. Myös valaisinten, kahvojen, peitelevyjien ja muiden pienehköjen tavaroiden tulostus kasvanee.	3
39	Rakennusten 3D-tulostus mahdollistaa kauniit, yksilölliset ja toiminnalliset, materiaaleja tehokkaasti käyttävät rakenteet.	10
40	Rakennetun ympäristön IoT-tietojen mukaan ohjautuva ja itseoppiva kunnossapito.	5
41	Rakennetun ympäristön tunnistessa kunnossapitotarpeensa, se voi itse ohjata prosessia. Ihmisen havaitessa ongelman, on sen kohde osoitettava ja yksilöitävä järjestelmälle.	10
42	Katujen, piha-alueiden ja teiden robotisoidut kunnossapitopalvelut, robotisoidut jätevesien ja jätteiden korjaus, kattojen valvonta ja rakentamis- ja remonttipalvelut.	10
45	Pintojen puhtaanapitotarpeen vähentäminen kitkattomuuden avulla.	3
46	Rakenteiden keveys, lujuus ja eristävyys ovat rakennuksissa tärkeitä ominaisuuksia. Uudet materiaalit mahdollistavat nykyisistä olennaisesti kevyemmät ja laajemmat rakenteet.	10
48	Rakenteet ja pinnoitteet saadaan lujiksi, keveiksi ja kestäviksi.	5
49	Nanomateriaalien käyttö rakenteissa tulee mahdolliseksi hinnan laskiessa.	3
50	Kunnossapito tuottaa sivuvirtoja, jotka voidaan käyttää. Erotustekniikka parantaa sisäilman laatua ja tehostaa jätteiden hyötykäyttöä.	3
51	Seinä- ja ikkunapintojen puhtaanapito helpottuu, ovenkahvojen, kaiteiden ja muiden tarttumapintojen sekä sisäilman terveyshaitat vähenevät. Homevauriot vähenevät.	3
52	Teräsbetoni on rakenteena työläs ja aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä. Korvaaminen paremmilla materiaaleilla helpottaa rakenteiden 3D-tulostusta ja vähentää haittoja.	10
53	Keinotekoisilla lihaksilla saadaan useat laitteet nykyistä huoltovapaammiksi.	3
54	Kyky tuottaa makeaa vettä vähentää vesijohtojen ja kaivojen rakennustarvetta.	1
57	Väestönkasvu nopeutuu ja rakentamisen määrä lisääntyy. Ikäluokkien suhde muuttuu. Tämä vaikuttaa tilojen tarpeeseen ja käyttötarkoitukseen.	3
59	GMO-bakteerien avulla voidaan esimerkiksi tuottaa aurinkoenergiaa hyväkseen käyttävä orgaaninen ja uusiutuva kattopinta.	1
66	Lihan korvaaminen soluviljelyllä tai kasviproteiineilla vaikuttaisi olennaisesti maatalouden rakennuksiin ja elintarviketeollisuuden ja kaupan tiloihin.	5
67	Sisäviljely muuttaa tilojen tarvetta. Peltomaan ja kasvihuoneiden tarve vähenee ja sisätilojen käyttö viljelyssä kasvaa. Sisätilojen kosteuskestävyyden tarve lisääntyy.	5
68	Kuitujen lisääminen rakenteisiin, esimerkiksi sementtiin voi korvata rautaa.	3
70	Aurinkopaneelien muuttuminen joustaviksi ja integroituminen rakenteisiin mahdollistaa kaikkien rakennettujen pintojen muuttamisen aurinkopaneeleiksi.	10
71	Pohjoisissa oloissa lämpövarastot ja eteläiset kylmävarastot ovat olennaisia energiatehokkuuden näkökulmasta, jos ne kyetään kustannustehokkaasti toteuttamaan.	5

TKID	Rakennettu ympäristö: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
73	Kunnossapidon robotisaatio edellyttää tehokasta akkuteknologiaa.	5
74	Keinotekoinen fotosynteesi voidaan toteuttaa rakennusten pintoihin.	10
75	Halpa polttokenno (helposti varastoivaa ainetta) mahdollistaa yhdessä uusiutuvan energian kanssa vapautumisen sähköverkosta.	5
77	Sähköverkon rakentamistarve vähenee.	3
79	Pienydinvoimalat voivat vähentää sähköverkon tarvetta.	5
80	Tuulivoima, aaltoenergia yms. edellyttävät sähköverkkoon ja energiavarastoihin tehtäviä investointeja, ellei niiden tehoa käytetä paikallisesti esim. raaka-ainetuotantoon.	3
81	Laserin avulla voidaan puhdistaa pintoja ja liittää toisiinsa rakenteita.	3
82	Rakennettu ympäristö voi tukea johdotonta sähkönsiirtoa. IoT-laitteet ovat langattomina edullisempia sijoittaa ja jälkiasentaa sekä vaihtaa verrattuna langallisiin.	5
83	Sähköistys edellyttää riittävän sähköän jakeluverkon rakentamista ajoneuvoille.	3
84	Pelillistäminen edistää talkoohenkistä kunnossapitoa sekä rakennusten energia- tehokkuutta.	1
85	Aikapankeilla voi olla merkitystä lähiyhteisön kunnossapidossa.	1
87	Kunnossapito helpottuu, kun osaaminen voidaan hankkia ja varmistaa helpommin.	3
88	AI havaitsee monet kunnossapidon tarpeet ja ohjaa huoltohenkilöt optimaalisella tavalla tehtäviinsä. Kunnossapidon robottien kauko-ohjaus tulee olemaan olennainen työ.	5
89	Rakennetussa ympäristössä monet asiat säädetään etävalvomosta, Autenttointi ja salaus ovat tärkeitä haasteita.	3
90	Osa kunnossapidon tehtävistä soveltuu talkoisiin ja alustoille.	3
91	Kiinteistöjen ulkotilojen kunnossapito soveltuu hyvin alustatalouden piiriin.	5
92	Rakentamisen ja kunnossapidon tehtävistä osa on yksittäisen yrityksen tuotteilla toteutettavissa, mutta osa tehtävistä hyötty monipuolisen ekosysteemin ratkaisuista.	5
93	Kunnossapito muuttunee osittain IoT-laitteiden ja robottien väliseksi verkkokaupaksi.	5
94	Kunnossapidon robotiikka ja rakennetun ympäristön IoT-järjestelmä edellyttävät globaalien tuotteiden kanssa laajasti ja sujuvasti toimiakseen tehokasta langatonta 5G-verkkoa.	10
96	Osa rakentamisen ja kunnossapidon roboteista voi olla globaalin AI:n ohjaamia ja hallinnoimia.	3
97	Kiinteistöihin ja kunnossapitoon liittyvät transaktiot voidaan kirjata lohkoketjuun.	3
98	Rakennettu ympäristö on se, jossa digitaiteesta nautimme. Rakennuksiin tulee 3D-luolia, VR-käyttäjille pehmeitä huoneita jne. Ikkunat saattavat väistyä digiseinien tieltä.	5
99	Rakennusten käyttötapatieto auttaa kunnossapidon ja energiakulutuksen optimoinnissa.	3
100	Kunnossapidon koneiden kauko-ohjaus sekä suunnittelu VR-laseilla. Ikkunattomuus AR-laseilla ja vastaavilla näyttöseinillä. Alusta takaa yhteensopivuuden sille sällön kanssa.	3

1.8 Vaihdata



Arvonluontiverkoston rajaues: Tämän arvonluontiverkoston tavoitteena on omistus- ja käyttöoikeuksien siirto. Rajauksen piiriin kuuluvat vaihdantaa erityisesti palvelevat toimet, kuten sopimukselliset ja taloudelliset transaktiot sekä tiedon välittäminen tarjoomasta potentiaalisille asiakkaille. Rajauksen ulkopuolelle jää organisaatioiden sisäinen ansiotyö – transaktiokustannusteorian käsittein rajauksen sisäpuolella ovat siis markkinatransaktiot, mutta ei hierarkioita. Rajauksen sisäpuolelle katsotaan kuitenkin kuuluvaksi rahatalouden ulkopuolinen oikeuksien vaihdanta, kuten avoimen lähdekoodin kaltainen yhteistyö ja mainetalouden kaltainen vaihdanta.

Tärkeimpiä arvoja ovat transaktiokustannus, luotettavuus, yleisyys ja paikallisuus. Transaktiokustannuksiin kuuluvat etsimis- ja sopimuskustannukset sekä toimituskustannukset. Luotettavuuteen kuuluvat toimituskyky, vastuullisuus ja eettinen yhteensopivuus. Yleisyyteen kuuluu joustavuus toimitustavoissa, -ajoissa ja maksutavoissa sekä tuote- ja palveluvalikoimassa. Paikallisuuteen kuuluu maantieteellinen ja kulttuurinen läheisyys tai muu ryhmäidentiteetti.

Transformaation keinot ja arvot: Kauppa on murroksessa. Tavaroiden ja palveluiden markkinoinnin lisäksi myös ostotapahtuma on siirtymässä verkkoon. Kauppias siirtyy globaaliksi, maan rajojen ulkopuolelle. Verkkokauppa toimittaa tavarat yleisen logistiikkaverkon avulla asiakkaalle. Verkkokaupat ovat itse omia markkinointikanaviaan, eikä ulkopuolista kanavamarkkinointia perinteisen kaupan tapaan käytetä. Brändiluottamus korvautuu asiakkaiden tuotekohtaisilla peukutuksilla ja sosiaalisen median vertailusuosituksilla. Verkkokaupan hajautetun logistiikan ja korkean automaatioasteen vuoksi alihankkijaverkostot voivat olla erittäin massiivisia. Maksuliikenne toimii sähköisin keinoin, ja maksuvälineet saattavat ulottua kryptovaluuttoihin. Muutokset voivat tapahtua nopeasti.

Yritysten välinen vaihdanta on muuttumassa koneiden väliseksi tietojärjestelmien ja tekoälyn ohjaamaksi toiminnaksi, johon loppuasiakkaiden päätökset ja tunteet sekä muu profiointi saattavat vaikuttaa yhtä paljon kuin komponenttitoimittajien ja yrityksen sisäinen tieto. Yritysten välinen kauppa siirtyy kuluttajakaupan tavoin alustoille. Ne toimivat markkinointi- ja transaktiokanavina tarjoten lisäksi luotetun kolmannen osapuolen palvelut tuoteominaisuuksien taustoittajana. Alustojen osuus arvonnäistä voi olla hyvin merkittävä. Alustat vähentävät asiakasuskollisuutta.

Kuluttajaliiketoiminnassa verkkokauppa on kasvanut nopeasti ja laajentunut palveluista tavaroihin. Merkittävä osa suomalaisista ostaa kuukausittain tuotteita ulkomaisista verkkokaupoista. Verkkokauppojen etuja ovat helpot tuoteryhmäkohtaiset vertailut, hakukoneilla tapahtuva etsintä, laaja valikoima ja käyttäjäkokemusten uskottava esittely. Etuna on myös vaivattomuus etenkin niiden tuoteryhmien kohdalla, jotka eivät kuulu päivittäistavarakauppojen valikoimaan.

Jakelulokerikot, kuriiripalveluiden yleistyminen ja tottumus verkkomaksamiseen parantavat verkkokaupan toimintaedellytyksiä. Logistiikan robotisaatio laskee olennaisesti yksittäistavaroiden toimituskustannuksia verrattuna tukkutoimituksiin. Jälkimmäisiä logistiikan kehitys ei edesauta samassa määrin kuin vähittäiskauppaa.

Euroopan laajuinen maksupalveludirektiivi PSD2 avaa pankkitilien rajapinnan siten, että verkkokaupat voivat halutessaan muuttua maksunvälittäjiksi. Tämä tulee yksinkertaistamaan sekä käyttäjän asiointia verkkokaupassa että lisäämään kansainvälisyyttä. EU:n tietosuoja-asetus toisaalta monimutkaistaa verkkokaupan ohjelmistoja ja saattaa EU:n sisäiset ja ulkopuoliset palvelut eri asemaan.

Jakamistaloudessa tärkeänä piirteenä transaktio-alustan ohella on sekä palveluiden että niiden käyttäjien pisteytys ja julkinen reklamointikäytäntö. Tällä joukkoistuksella lisätään luottamusta. Sopimuskäytännöt tulevat laajenemaan lohkoketjujen avulla siten, ettei sopimusten varmentamiseen enää tarvita luotettuja kolmansia osapuolia. Tunnetuudella on ohjaava vaikutus niin tuotevalikoiman kuin markkinoinnin kehittämisessä. Asiakastiedot muuttuvat helposti kaupankäynnin kohteeksi.

Joukkoistuksessa yhteinen tavoite on tärkeämmällä sijalla kuin luottamus. Joukkoistuksella saavutetaan mittakaavaetuja ilman sitovaa organisoitumista. Hyödyt jakautuvat joko osallistujille tai kaikille tuloksista kiinnostuneille. Hyvä esimerkki joukkoistuksesta on Wikipedia. Erikoistuminen ja vaihdanta toteutuvat, mutta rahatalouden transaktiot ovat vähäisiä. Hyvinvointia tuottavaa toimintaa siirtyy sekä joukkoistuksessa että jakamistaloudessa rahatalouden ulkopuolelle.

Tekoälyn saadessa sijansa asiakkaan avustajana saattaa markkinoinnin ja oman sosiaalisen verkoston suosittelijarooli kaventua. Tekoäly toimii asiakkaan edustajana keskustellen tämän kanssa ja etsii sekä vertailee verkosta löytyviä tuotteita ja palveluita. Hakukoneoptimointi menettää asemansa, ellei tiedetä, miten kuhunkin oppivaan tekoälyyn vaikutetaan. Tekoäly voi käyttäjänsä edun sijaan huomioida myös kehittäjänsä etua. Älykkäitä agentteja asiakkailleen kehittävät mm. Microsoft, Amazon, Facebook ja Google.

Tavaroiden ja tilojen yksilöllinen tunnistaminen muuttaa fyysiset pinnat digitaalisiksi käyttöliittymiksi. Tunnisteiden avulla tavaroihin liittyvät palvelut voidaan hajauttaa, joukkoistaa ja myös automatisoida. Tekoäly voi omaksua tavarakohtaisia rooleja siten, että käsillä olevasta tavarasta riippuu, miten tekoäly kulloinkin meihin reagoi.

Virtuaalitodellisuus ja laajennettu todellisuus tekevät verkkokaupan yhä reaalisemmaksi. Tavarat näkyvät ajattelussa ympäristössään luonnollisen oloisina. Virtuaalitodellisuus yhdistettynä robotiikkaan tekee palveluiden toimittamisen ajasta ja paikasta riippumattomaksi. Päätelaitteina käytetyt robotit voivat toimittaa verkkokaupan kautta ostettuja fyysisiä palveluita reaaliaikaisesti asiakkaan kotiin. Esimerkiksi siivoojarobotin kauko-ohjaus voidaan tuottaa verkon yli.

Tärkeimpiä kauppaa ja vaihdantaa uudistavia arvoja ovat yksilöllisyys, vaivattomuus, valikoiman laajuus, vertaisluottamus ja riippumattomuus ajasta sekä paikasta.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Tavarakauppa ja palveluiden vaihdanta tapahtuvat edelleen enimmäkseen perinteisin tavoin, vaikkakin tietoverkot vaikuttavat jo kaikkeen toimintaan. Tuotteita ja palveluita mainostetaan mediassa, luottamus syntyy brändeistä ja kohdistuu kauppaa harjoittaviin yrityksiin, tavarat noudetaan myymälöistä tai toimitetaan asiakkaalle myyjän ja tämän alihankkijan toimesta. Palvelut ovat paikallisia ja ne on sidottu myyjän tai asiakkaan toimipisteeseen. Pankit ovat keskeisellä sijalla maksuliikenteessä, ja viranomainen osallistuu merkittävällä tavalla sopimusten varmistamiseen sekä kaupan ja palveluiden valvontaan.

Kaupan ala työllisti noin 300 tuhatta henkeä. Liikekiinteistöistä kolmannes liittyy kauppaan ja muuhun vaihdantaan. Liikevaihto ei tässä yhteydessä ole mielekäs toiminnan laajuuden mittari, koska tämä arvonluontiverkosto kattaa kaikki taloudelliset transaktiot palkanmaksua lukuunottamatta.

Palveluita tuottavat julkisyhteisöt, kolmas sektori ja yritykset. Monet palvelut ovat julkisesti rahoitettuja, kuten suurin osa opetuksesta ja sosiaalisektorista, liikennepalveluista ja turvapalveluista. Pääosa kaupasta on yksityisen sektorin tuottamaa. Sekä kauppa että palvelut tuotetaan hierarkkisin rakentein ja automaatio-aste on melko vähäinen finanssisektorin palveluita ja kaupan keskusliikkeiden varastotoimintoja lukuun ottamatta.

Tärkeimmät säilyttävät arvot liittyvät turvahakuisuuteen, holhoavuuteen, hierarkiasidoksiin, palkkatyöhön ja kokeiluhaluttomuuteen.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Uudistamisen seurauksena monet transaktiokustannukset vähenevät. Tuotteiden sekä palveluiden vertailtavuus paranee, tuotevalikoima laajenee ja paikkaan sidonnaisuus vähenee. Digitalisaatio yksinkertaistaa palveluiden joukkoistamista ja automatisointia. Hierarkkisuuden väheneminen saattaa johtaa tuloerojen keskimääräiseen pienenemiseen

Riskinä on valvonnan vaikeutuminen ja kuluttajan oman vastuun kasvaminen. Palkkatyöhön liittyvä työttömyysturva muuttuu ongelmalliseksi, kun viranomaisen huomaamatta tapahtuva vaihdanta helpottuu. Veropohja saattaa myös kaventua tuotteiden digitalisoituessa, palveluiden joukkoistuuessa ja globalisoituessa sekä digitalisaation laskiessa tuotteiden

den ja palveluiden hintoja. Riippuvuus globaaleista alustoista voi kasvaa ja heikentää huoltovarmuutta. Alustojen osuus sekä kuluttajakaupassa ja vertaiskaupassa, mutta erityisesti yritysten välisessä kaupassa voi kasvaa suureksi. Riskiksi tämä muuttuu, jos merkittävä osa vaihdannan katteista ja työstä siirtyy kansalliselta tasolta globaaliksi.

Muutosta hidastavat tekijät liittyvät kuluttajien ostotottumuksiin ja kaupunkirakenteeseen, joka on järjestetty perinteistä kauppaa ja vaihdantaa varten. Mainosrahoitteinen media sekä kaupan ja teollisuuden suljettu logistiikka palvelevat edelleen valtaregiimin toimintatapoja, kuten myös viranomaiskäytännöt. Yksilöllinen lähijakelu on heikosti organisoitu, ja jakamistalouden sekä joukkoistettujen C2B2C -tyyppisten palveluiden sääntely on tekevä.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Alustatalous synnyttää merkittävän määrän uusia työtehtäviä. Nousevia tai uusia ammatteja ovat esimerkinomaisesti seuraavat: alustanvalintakonsultti, tekoölyavustajan valmentaja, tekoölyn personalisoija, lähivaihdannan katalysaattori, tavarantoimittajien tarkastaja, toimittajien manageri, peukutusmanageri, ammattikehuja, alustalobby, tekoölyhakuoptimoija, tekoölylobby ja itsepalvelukioskipäällikkö.

Muutoksen säädöstavoitteet: Alustojen asiakkaista keräämien ja tallettamien tietojen siirrettävyys tulee varmistaa. Vertaiskaupan vastuiden osalta tulee huolehtia siitä, että alustan ja myyjän vastuut säilyvät erillisinä ja selvilleottovastuuta pienten toimijoiden välisessä vaihdannassa siirtyy nykyistä enemmän asiakkaalle ja asiakaspalautteen välittämisen osalta alustalle. Vertaiskaupan alustan tulee olla vastuussa transaktioista ja maksetun palvelun toteutumisesta.

Peukutusmarkkinoinnin vastuista tulee säätää siten, että huijaukset vaikeutuvat. Tarvitaan esimerkiksi luotettuja riippumattomia arvioitsijoita. Vertaiskaupan ja sen alustojen verotus tulee ottaa tarkasteluun ja pyrkiä joukkoistuksen vahvuuksien hyväksikäyttöön pienten toimijoiden edistämiseksi. Lähijakeluinfrastruktuurille tulee säädellä puitteet siten, että toimijoilla on riittävät insentiivit luoda asuinalueiden läheisyyteen kävelyetäisyydelle digitaalisesti avattavat lokerit tavaroiden vaihtamiseksi toista osapuolta tapaamatta. Tämä edellyttää kaavoituksellisia toimia.

Kansalliset erityispiirteet: Suomen vienti on merkittävässä määrin riippuvainen investointitavaroista. Näiden kaupan mahdollinen siirtyminen kansainvälisille alustoille merkitsee mahdollisesti huomattavaa arvonlisän menetystä.

http://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/kantilinpito/digitalisaatio_bkt.pdf

http://www.postnord.fi/globalassets/suomi/tutkimukset/verkkokauppa_pohjoismaissa_2017.pdf

https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation/big-data-digital-platforms_en

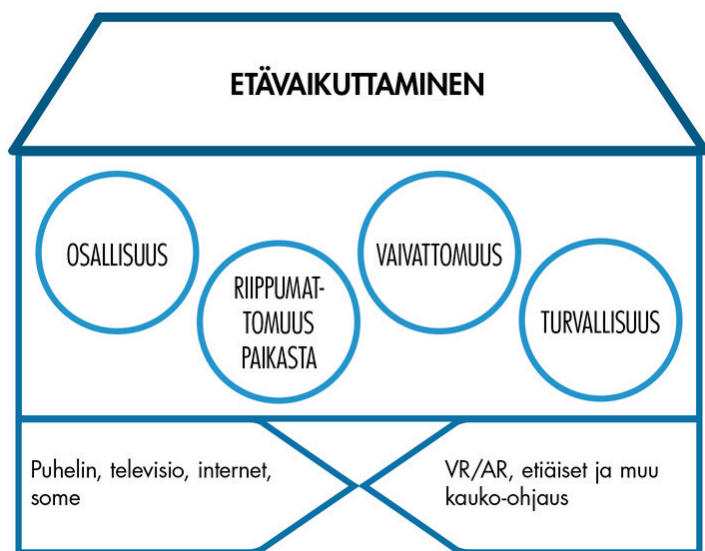
TKID	Vaihdanta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Ajatusten luku auttaa tarpeiden, tarjonnan ja luottamuksen välittämisessä.	1
2	Biologisten materiaalien alkuperän todentaminen DNA:n avulla.	3
3	Kehon analyytikari auttaa tunnistamaan tarpeita.	1
4	Tuotteiden ja kuljetuksen laadun varmistus biosirujen avulla.	3

TKID	Vaihdanta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
5	Laajan yleisön mahdollisuus vastaanotettujen tuotteiden materiaalin analysointiin lisää luottamusta ja eliminoi tuoteväärännöksiä.	5
11	Erikielisten ihmisten kyky käydä kauppaa keskenään edellyttää tulkkausta. Sama koskee palveluita ja verkkokauppaa, jonka tulee esittää ja ymmärtää asiat asiakkaan kielellä.	10
12	Varaston ja tuotevalikoiman optimointi, parhaiden tuotteiden ja kohderyhmien etsintä, pörssikauppa, ongelmatilanteiden tunnistaminen hyötyvät kaikki tekoälystä.	10
13	Alustat lisäävät kilpailua tekoälysovelluksissa ja vähentävät dominoivien toimijoiden syntyä. Alustakilpailu ja sovelluskilpailu siirtävät arvoa kehittäjältä käyttäjälle.	10
14	Verkkokauppa voi käyttäytyä persoonallisesti. Kasvojen tunnistus helpottaa transaktioita. Emootioiden tunnistus auttaa vastapuolta tai konetta esimerkiksi hinnoittelussa.	5
15	Käyttäjän henkilökohtainen agentti voi keskustella omistajansa tarpeista ja etsiä verkosta tavaroita ja palveluita. Verbotit/chatbotit voivat hoitaa merkittävän osan kaupasta.	5
17	Tavarakaupassa väärinkäsitykset vähenevät ja tavaroista saa selkeämmän kuvan. Tavarat voi VR/AR-tekniikoilla nähdä jopa aiotussa kohdeympäristössä. Tämä helpottaa tilaamista.	3
18	Kullakin vaihdantaa laajasti harjoittavalla taholla on laaja tietoaaineisto.	3
19	AR-lasit ovat olennainen alusta immateriaalituotteiden ja elämysten vaihdantaan. AR-laseilla voidaan tarkastella kaupan olevien tavaroiden ominaisuuksia.	3
20	VR-lasien avulla voidaan katsella ja valita kauppataavaroita verkkokaupassa.	3
22	Vaihdantaan liittyvät tilanteet, jos ne kokonaisuudessaan tallennetaan, tuottavat hyvin paljon dataa, jonka analysointi edesauttaa vaihdantaa.	3
23	Tekoälyn tehostuminen ja yhä helpompi saatavuus vaikuttavat kauppaan erityisesti luotettavuuden ja etsintä- ja vertailukustannusten laskuun.	5
24	Pankkitilien, kryptovaluuttojen ja muiden julkisen avaimen salausmenettelyiden murtaminen tulee mahdolliseksi. Tämä pakottaa kaupan laajoihin uudistuksiin.	10
26	Lohkoketjuun pohjautuvat hajautetut transaktiot muuttuvat edullisemmiksi.	10
28	Jakelu kotitalouksiin on toteutettavissa edullisesti. Kauppaan pääsee edullisesti autolla ilman, että kaupan yhteydessä tarvitaan laajaa parkkialuetta.	10
29	Monesta moneen -tyyppinen vaihdanta ilman keskitettyjä solmuja helpottuu, pienten paikallisten toimijoiden edellytykset paranevat.	3
30	Lähivalmistus helpottuu kopterijakelun mahdollistaessa välittömät toimitukset.	1
32	Tietoliikenneverkko on ulotettavissa yhtenäisenä nykyistä laajemmille alueille.	3
33	Monet pientoimitukset vesiteitse helpottuvat. Esimerkiksi salakuljetus helpottuu.	1
34	Helpon fyysisen asiointialueen merkittävä laajeneminen vaikuttaa vaihdantaan.	3
35	Kattavat, globaalit tietoliikenneyhteydet saadaan satelliittien avulla.	5
38	Tavaroiden 3D-tulostus ja muu joustava valmistus hajauttavat tuotantoa paikalliseksi. Aineeton vaihdanta verkkokaupan kautta kasvaa globaalisti lähivalmistuksen ansiosta.	3
39	Arkkitehtimallit muuttuvat parametrisoiduiksi tulostusmalleiksi ja vaihdannan kohteiksi.	1
40	Amazonin verkkokaupan tapaiset suositussjärjestelmät, jossa onnistumisen palautteita yhdistellään ja tarjotaan seuraaviksi vaihtoehdoiksi.	5

TKID	Vaihdanta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
41	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden yksilöllinen identiteetti mahdollistavat tavaroiden tilausten ja vastaanoton täydellisen automatisoinnin.	10
42	Robotisoitu, kauko-ohjattu, VR-etiäiskaupassakäynti ja kuljetuspalvelu.	5
44	Robottiräätäli muuttaa valmisvaatekaupan palveluksi.	5
47	Osa lääkemateriaaleista voidaan tulostaa apteekissa. Yksilöllisten lääkkeiden valmistukselle apteekki on luontainen paikka, joilta osin tukku toi muuttua digitaaliseksi.	3
50	Teolliset symbioosit osoittavat yhden organisaation jätteen olevan toiselle organisaatiolle raaka-ainetta. Vaihdanta tehostuu ja kypsyy kiertotaloudeksi erotustekniikan kehittyessä.	5
51	Jakamistalous helpottuu puhtaanapitotarpeen vähentyessä, tavaroiden säilyvyys kaupoissa pitenee.	3
54	Makean veden saatavuuserot kasvattavat alueiden välisen kaupan tarvetta.	1
57	Yksilöllisten tottumusten merkitys kasvaa väestön keski-ikä kasvaessa.	1
59	GMO-artikkeleista voi tulla merkittävä aineettoman ja aineellisen vaihdannan alue.	3
62	Tieto omasta itsestä laskee etsimiskustannuksia, selkiyttää tarvetta ja vähentää kaupan riskejä.	3
67	Elintarvikkeiden kauppa muuttuu tuotannon hajautuessa kaupunkeihin.	3
69	Geneettisten materiaalien ja elinsiirtojen vaatimat transaktiot helpottuvat.	3
70	Energian tuotanto hajautuu ja energiakauppa saattaa vähentyä tai paikallistua.	1
71	Aurinkolämpö ja lämpövarastot ovat luonteeltaan paikallisia ja vähentävät vaihdantaa.	3
72	Massiiviset sähkövarastot mahdollistavat energian aikasiirtoon perustuvan sähkönvälityksen ja siten huippukuormien tasauksen ilman säätövoimaa.	5
74	Synteettiset polttonesteet mahdollistavat sähköön vaihdannan ja öljykaupan lopettamisen sekä näiden korvaamisen mm. polttokennoilla ja fotosynteesipaneeleilla.	5
75	Mahdollistaa helpon yksityisen säätövoiman ja jäämisen sähkökaupan ulkopuolelle.	3
77	Energiakauppa paikallistuu.	1
84	Talkoohenkisten yhteistyön muotojen pelillistäminen kasvattaa tehokkuutta ja vähentää transaktiokustannuksia sekä lisää yhteishenkeä.	3
85	Kryptovaluutat vaikuttavat selkeästi rahatalouteen ja ne mahdollistavat vaihdannan muotoja, joihin tilitapahtumat tai käteinen soveltuvat huonosti.	5
86	Joukkorahoitus auttaa uusien kehitettävien tuotteiden ennakkomarkkinoinnissa ja kehityksen rahoituksessa. Mikrorahoitus jakaa riskejä ja informaatiota velka-suhteissa.	3
87	Todellisen osaamisen näyttö vanhan todistuksen sijaan vähentää vaihdannan riskejä.	3
89	TOR mahdollistaa tilaukset ja toimitukset anonymisti. Salattu tietoliikenne on kaikelle luottamukselliselle (ml. rikolliselle) vaihdannalle erittäin tärkeä ominaisuus.	20
90	Lähi valmistuksen alustoilla voidaan edistää paikallista vaihdantaa ja tavarakeräytystä.	3
91	Vaihdanta helpottuu siihen liittyvän työn siirtyessä alustoille, koska alustojen transaktiokustannukset ja luottamusrakenteet ovat edullisia ja toimivia.	10

TKID	Vaihdanta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
92	Robottiekosysteemit selväpiirteisine rajapintoineen edesauttavat erikoistumista ja helpottavat vaihdantaa niin alihankkijoiden kuin päämiesten kesken ja laajemminkin.	3
93	Merkittävä osa kaikesta kaupasta muuttuu koneiden väliseksi. Ihminen keskustele tarpeista ja mieltymyksistä älykkään assistenttinsa kanssa ja tämä etsii ja hoitaa kaupat.	20
94	Globaalit älykkäät, laajakaistaiset massatuotteet edellyttävät 5G-verkon tai vastaavan.	3
95	Pilvipalvelut ovat keskeinen vaihdantaa koordinoiva rakenne esimerkiksi alustatalouden kautta, mutta huomattavasti laajemminkin.	10
96	Vaihdannan alustat voivat kaikki olla globaalin AI:n ohjaamia. Vaihdannan AI-assistentit ja lainan antajat, kirjanpito- ja tilintarkastus-AI voivat kaikki toimia globaalisti.	10
97	Kaikki oikeudet, sopimukset ja transaktiot voidaan kirjata lohkoketjuun. Erillisiä rekisterinpitäjiä ei tarvita, mikäli lohkoketjua ei kyetä murtamaan.	10
98	Elämysten vaihdanta on kasvava alue ja kyse voi olla VR-maailmoista tai fyysisistä laitteista. Vaihdanta edellyttää yhteisiä rajapintoja, standardeja ja palvelualustoja.	5
99	Mydata-tiedot voivat olla kauppatavaraa. Toisaalta ne antavat myyjälle mahdollisuuden tarjota jotakin tarpeisiin sopivaa. Datan siirrettävyys tuottaa lisäarvoa.	10
100	VR/AR-laseilla voidaan nähdä vaihdon kohteena olevat kappaleet eri puolilta. Lasien avulla voidaan myös istua toisten vieressä ja keskustella. Alustayhteensopivuus tarvitaan.	3

1.9 Etävaikuttaminen



Arvonluontiverkoston rajausta: Tämä arvonluontiverkosto tuottaa etävaikuttamista ja keinoja, joiden avulla vaikutetaan asioihin ja tapahtumiin paikoissa, joissa vaikuttaja itse ei ole. Näiden paikkojen ei tarvitse olla fyysisiä. Rajauksen piiriin kuuluvat siten erilaiset viestintä-, virtuaalitodellisuuden ja kauko-ohjauksen vaikutuskeinot.

Tärkeimmät arvot ovat osallisuus, riippumattomuus paikasta, vaivattomuus ja turvallisuus. Osallisuuteen liittyy empatia, ansainta ja vaikuttamishalu. Paikasta riippumattomuus tarkoittaa mahdollisuutta kutsuttaessa tai omaehtoisesti osallistua välittömästi ja matkustamatta toisaalla tapahtuvaan tilanteeseen omasta sijaintipaikasta riippumatta. Vaivattomuuteen kuuluu vaikuttamisen nopeus, laatu ja saavutettavuus. Turvallisuuteen kuuluu tietosuoja sekä se, ettei tarvitse matkustaa. Turvallisuuteen kuuluu myös kyky rajoittaa oikeudetonta etävaikuttamista.

Transformaation keinot ja arvot: Etävaikuttamisen keinoissa on tapahtunut suuria muutoksia. Globaalit tietotekniset alustat mahdollistavat yksilöiden ja organisaatioiden häiritsemisen tai ohjailun viestinnän keinoin. Virukset, sosiaalinen media, kryptovaluutat ja dark web ovat kasvavia vaikuttamisen kanavia. Kauko-ohjattavat robotit sekä ohjukset, internetiin kytkettyjen laitteiden häirintä ja keinotekoisesti luodut tartuntataudit ovat olleet jo aiemmin suurille valtiollisille toimijoille mahdollisia keinoja, mutta nyt ne ovat tulossa yhä pienempien toimijoiden ulottuville. Aktiivinen osallistuminen ja fyysinen työnteke ovat nekin tulossa arjen tasolla mahdolliseksi etäläsnäolon keinoin.

Konenäön kehittyessä robotit hahmottavat ympäristönsä yhä tarkemmin. Dynaamisen liikkeen hallinta johtaa edullisiin ympäristössään kahdella tai neljällä jalalla liikkuviin laitteisiin. Uusia kävellen, lentäen, vesiteitse tai pyörien avulla liikkuvia robotteja julkistetaan lähes viikoittain. Kun näihin laitteisiin yhdistetään muuta toiminnallisuutta, voivat ne toimia etäläsnäolon ja etätöön välineinä. Tämänkaltaisista roboteista puhutaan tässä raportissa etiäisinä (avatar).

Tavallisimmat etiäiset ovat toistaiseksi leluja, kuvauskoptereita ja etäläsnäoloon tarkoitettuja kahdella pyörällä liikkuvia kuvapuhelimia. Monenlaiset maansiirtoon, taakkojen kuljuttamiseen, tavaroiden manipulointiin ja jopa kirurgisiin operaatioihin soveltuvat kauko-ohjattavat robotit ovat yleistymässä.

Käyttäjän näkymä etiäisen ympäristöön paranee nykyisestä 5G-verkkojen yleistyessä. 5G-verkot myös mahdollistavat yhä useampien laitteiden kytkemisen tietoverkkoihin langattomasti. VR-lasit ja muu virtuaalitekniologia aikaansaavat luonnollisen käyttöliittymän etiäisten kauko-ohjaukseen. Tekoälykehitys toisaalta parantaa laitteiden kykyä liikkua ja vaikuttaa ympäristöönsä autonomisesti.

VR- ja AR-teknologiat yhdessä tekoälyn kanssa synnyttävät uusia etävaikuttamisen tapoja. Pokémon-peliin kuuluvien houkuttimien avulla on esimerkiksi saatu kahviloiden asiakasmäärää kasvatettua. Todellisuuden koordinaatteihin sijoitettu kuvitteellinen informaatio synnyttää siis todellisia tapahtumia. Toisaalta myös todellisuudelta näyttävä valheellinen informaatio muuttuu arkiseksi. On jo nyt mahdollista keskustella toisen ihmisen kanssa kasvokkain kuvapuhelussa siten, että hän luulee puhuvansa Kauppatorilla seisovan presidentti Obaman kanssa.

Tärkeimmät uudistavat arvot ovat tehokkuus, vaivattomuus ja yksilön turvallisuus. Vaivat-
tomuuteen liittyy helppo saavutettavuus ja turvallisuuteen mahdollisuus vaikuttaa muihin
joutumatta itse vaaralle alttiiksi.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Perinteinen keskitetty tiedottaminen median kautta leviä-
vine viesteineen on edelleen tärkein etävaikuttamisen keinoista. Mainokset, puhelinsoitot
ja sähköposti ovat valtavirtaa sosiaalisen median rinnalla. Systemaattinen kohderyhmävai-
kuttaminen perinteisin keinoin on edelleen hyvin tavallista. Fyysiset etävaikuttamisen kei-
not ovat pääosin armeijoiden käytössä, mutta tietoverkkoja hyväksikäyttäen mitataan ja
säädetään monia maantieteellisesti hajautettuja prosesseja ja laitteiden toimintaa.

Kirjalliset ohjeet, kirjallisen raportoinnin vaatiminen ja monenlaiset normit ovat keskeinen
ja perinteinen etävaikuttamisen keino. Tähän vaikuttamiseen liittyy laaja hallintokoneisto.
Valtioiden välisessä toiminnassa tullimaksut, kauppasodat ja kansainväliset sopimukset
ovat myös olleet normaaleja oman maan rajojen ulkopuolelle ulottuvan vaikuttamisen kei-
noja diplomaattisten ja sotilaallisten uhkailujen lisäksi.

Suomessa on yli 9 miljoonaa matkapuhelinliittymää. Käytännössä kaikilla ihmisillä on fyy-
sinen postiosoite. Suuri enemmistö seuraa televisiolähetystyksiä tai radiokanavia vähintäin-
kin internetin kautta, ellei perinteisemmällä vastaanottimilla. Myös painoviestinten ja nii-
den kaltaisten internet-sivustojen käyttö on runsasta ja laajaa. Sosiaalinen mediakin on osa
päivittäistä arkea useimmille suomalaisille. Tietoturvapoikkeamia raportoidaan Suomessa
vuosittain yli 180 tuhatta.

Tärkeimmät säilyttävät arvot liittyvät fyysisen läsnäolon arvostukseen, normeihin ja tottu-
muksiin sekä piittaamattomuuteen saapujan näkemän vaivan suhteen.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Muutoksen tärkein hyöty liittyy matkustamistar-
peen vähenemiseen. Etävaikuttamisen avulla työssäkäynti- ja asiointialueet laajenevat vir-
tuaalisesti ja vuorovaikutus tehostuu. Tämä lisää osallisuutta ja parantaa alueellista tasa-
arvoa. Matkustustarpeen vähentyessä viiveet vähentyvät. Etävaikuttamisen monipuolistu-
minen parantaa vaikuttamisen laatua ja vähentää virheitä. Puhelu tai sähköposti korvataan
VR- ja AR- teknologioiden sekä etäisten välittämän, luonnollista muistuttavan etäläsnäolon
avulla.

Hybridisodan ja terrorismin riskit kasvavat kyberhyökkäysten helpottuessa. Jopa leikkika-
lut voidaan valjastaa aseiksi levittämään vääristeltyä tietoa, haitallisia kemikaaleja, tauteja
ja räjähteitä. Tuhoja voidaan aiheuttaa rajojen takaa lähes ilman kiinnijäämisen riskiä. Ki-
ristykset ja rahojen kerääminen ovat myös mahdollisia globaalisti. Yksityisyyden suoja vä-
henee ja yhä useammat ammatit voidaan hoitaa rajojen takaa kauko-ohjattujen etäisten
avulla.

Muutosta hidastaa nykyisten viestintäkäytäntöjen monenkeskisyys, niiden monet syste-
emisistä piirteet ja reguloitu ympäristö. Viestintävälineillä on symbolisia merkityksiä, joita on
vaikea korvata. Etäisten leviämistä hidastaa käyttöönottoon liittyvän motiivin ristiriitai-
suus. Kyse on vastaanottajan investoinnista ja saapujan säästöstä. Robottien liikkuminen
rajoitettua ja hyödyt jäävät yleensä realisoimatta, mikäli jonkun on esimerkiksi käytävä kul-
jettamassa robotti etäläsnäolon paikkaan. Monissa tilanteissa fyysinen läsnäolo on säädet-
tynä vaatimuksena.

Nousevat ammatit ja osaamisvaajeet: Fyysisen työn mahdollistuminen ilman matka-aikoja lisää sellaisten palveluiden kysyntää, joissa asiantuntija suorittaa etäisen avulla pyydetyn tehtävän. Etäläsnäolon mahdollistavien asiointipalveluiden järjestämiseen liittyvät työt lisääntyvät. Etävaikuttamisen riskien torjuntaan liittyvät työt kasvavat olennaisesti. Nousevia ammatteja ovat esimerkiksi etäiskokki, -soittaja, -lääkäri ja -huoltohenkilö. Kyberturvamies, VRAR-neuvoja, etäistyön kouluttaja, etäisohjainten sovittaja, etäistorjuntamestari, tekoälynvalvoja, data-analyytikko ja IoT-riskianalyytikko muuttuvat myös tarpeelliseksi työksi.

Muutoksen säädöstavoitteet: Etäissaapuminen julkisiin palveluihin tulisi mahdollistaa. Kunnossapito ja valvonta tulisi toteuttaa etäisten avulla aina, kun se on tarkoituksenmukaista ja kokeiluihin tulisi ryhtyä nopeasti. Näihin toimintatapoihin liittyvät säädökset tulisi tarkistaa. Itsenäisen robotin ja osittain autonomisen tai kokonaan ohjatun etäisen sekä kauko-ohjaajan vastuutus tulisi selvittää ja selkiyttää. Etäisläsnäolo tulisi mahdollisimman monissa tapauksissa rinnastaa fyysiseen läsnäoloon. Tällä periaatteella on vaikutuksia lukuisiin säädöksiin ja niiden täytäntöönpanoon. Esimerkkinä mainittakoon tekijänoikeudet, jossa yksityistilaisuuden käsite tulisi ulottaa yksityisluonteiseen etäläsnäoloon. Tekoälyn ja sosiaalisen median kautta tapahtuva yksilöllistetty joukkoviestintä tulisi reguloida tavalla, joka estää tarkoituksellisen laajan manipuloinnin väärän tiedon avulla.

Kansalliset erityispiirteet: Suomi on poikkeuksellisen avoin ja kansainvälinen talous. Asukastiheys on alhainen ja etäisyydet palveluihin suuret. Kansalaisten tietotekniset valmiudet ovat keskimääräistä paremmat, mutta kielialue on hyvin pieni.

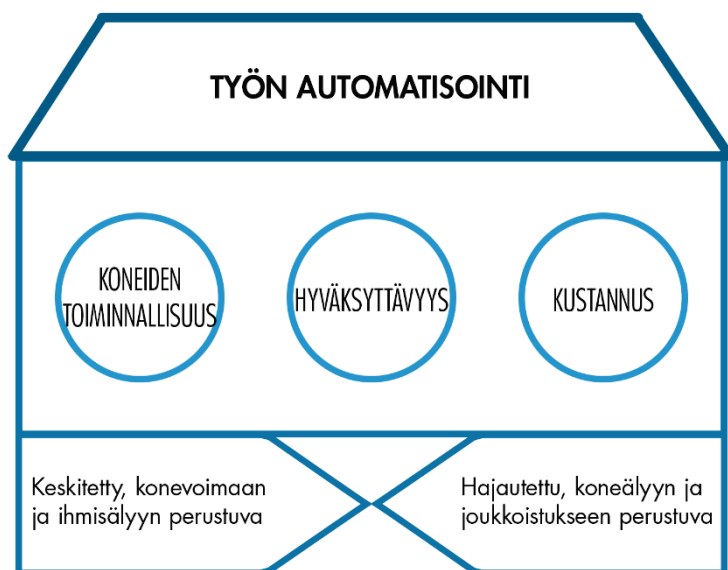
https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Viestintaviraston_strategiaesite.pdf

TKID	Etävaikuttaminen: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Tunteiden välitys etäisille ja ihmisille tai valmistusprosesseihin tietoliikenteitse.	5
2	DNA-muistit massiivisena keskitettynä tietovarastona. Maailmaan levittäytyvän synteettisen elämän kehittäminen.	3
3	Avustavan robotin etäohjaus voi perustua robotin välittämiin tietoihin autettavan ihmisen kehon tilasta. Etädiagnostiikka, etävalmennus ja tekoälyvalmennus.	3
4	Kauko-ohjattavien laitteiden toiminta helpottuu sensorien avulla, kun ne kykenevät tunnistamaan kaasuja ja nesteitä.	3
5	Etähoito, etäneuvonta ja robottiavusteinen etätyö helpottuvat, kun käsiteltävistä ja ympärillä olevista objekteista on saatavilla tieto niiden materiaali koostumuksesta.	5
6	Kauko-ohjaus edellyttää selkeää kuvaa ohjattavan laitteen toimintaympäristöstä.	5
10	Kauko-ohjattavat laitteet voivat tutkia ympäristöään lasertekniikoilla.	3
11	Tulkkauksen olennainen haluttaessa vaikuttaa vieraiden kielten puhujiin. Puhuvat koneet ja ohjelmistot ovat olennaisia etävaikuttamisen keinoja.	5
12	Tekoäly on etäisissä hyödyllinen apu, kuten muussakin etävaikuttamisessa.	5
13	Alustojen avulla tulee suhteellisen helpoksi kehittää keskustelevia sovelluksia, jotka toimivat tietoverkoissa ja pyrkivät levittämään ajatuksia. Alusta jo itse vaikuttaa laajasti.	5

TKID	Etävaikuttaminen: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
14	Tunnetun henkilön kasvojen ja puheen väärentäminen videolle on erittäin tehokas etävaikuttamisen menetelmä. Se voimistuu yhdistyessään emotioiden lukemiseen.	10
15	Verboteille/chatboteille voidaan antaa tehtäviä ja ne voivat osallistua lukemattomiin verkkokeskusteluihin oppien ja kopioiden vaikuttavimpia argumentteja.	10
16	Etäläsnäolorobottien liikkumista helpottaa, kun ne tuottavat itselleen mallin ympäristöstä, jotta käyttäjän ei tarvitse huomata kaikkia esteitä ja epätasaisuuksia.	1
19	AR-lasien käyttäjää voidaan opastaa ohjaamalla avattaria tämän näkökentässä. Etäopastaja voi nähdä yhteisen näkymän omista VR-laseistaan.	5
20	Robottien kauko-ohjauksessa VR-lasit ovat luonnollisin tapa nähdä robotin ympäristö.	5
21	Luontaisin tapa ohjata etäläsnäolorobottia, etiäistä, perustuu ihmisen omiin liikkeisiin ja niiden koneelliseen matkimiseen sekä haptiseen palautteeseen.	5
22	Muistikapasiteetin kasvu edesauttaa digitalisaatiota, joka helpottaa etävaikuttamista.	3
23	Tekoälyn muuttuminen yhä tehokkaammaksi ja edullisemmaksi kasvattaa etävaikutuksia, koska digitalisaatio ei tunne etäisyyksiä.	5
24	Julkisen avaimen salauksen murtaminen avaa suuria vaikutusmahdollisuuksia. Kvanttikommunikaatio tarjoaa luotettavia kaikilta toimijoilta salattuja kanavia.	10
26	Yhä vähemmillä resursseilla voidaan tuottaa yhä realistisempia tallenteita ja mediasisältöä ja siten vaikuttaa yhä laajempiin ihmisjoukkoihin tekoälyn keinoin.	5
27	Luonnollinen ja vapaa etäläsnäolo ihmisen ympäristössä vaatii kävelevän etiäisen.	10
28	Etäläsnäolorobotit voidaan toimittaa kohteisiinsa tehokkaasti. Robottiautoja voidaan etäohjata ja niissä ihmiset tulevat kuluttamaan paljon mediasisältöä.	5
30	Etävaikuttaminen helpottuu kopterivalvonnan ja koptereiden asekäytön kautta.	3
32	Koneen voi lentää maapallon toiselle nurkalle ja käyttää sitä esimerkiksi robotteja kuljettavana ja ohjaavana tukiasemana. Tietoliikenneyhteydet edistävät etävaikuttamista.	3
33	Kauko-ohjattavat ja itseksensä liikkuvat vesialukset tarjoavat selkeän mahdollisuuden etävaikuttaa asioihin ja tapahtumiin.	1
35	Satelliittiyhteydet tarjoavat kattavat globaalit tietoliikenneyhteydet sekä median tarpeisiin että robottien kauko-ohjaukseen.	5
36	Kyberhyönteiset voivat huomaamattomasti valvoa ja suorittaa materiaalisesti vähäisiä tehtäviä.	3
37	Etäläsnäolon kautta vaikuttaminen monipuolistuu, jos etiäinen kulkee ihmisen tavoin kahdella jalalla ja sillä on herkäät kädet. Etiäisen ohjaaminen on luontevaa ja kyvyt laajat.	3
38	Tulostusmalli saattaa levitä nopeasti 3D-tulostettavaksi kaikkialle maailmaan.	3
41	Yksilöllisesti identifioitaviin tavaroihin voidaan valmistajan, myyjän tms. toimesta jälkikäteen lisätä tietoja, jotka vastaanottaja näkee tuotteen identiteetin avulla.	5
42	Robotisoitujen palveluiden opetus monistaa vaikutuksen hyvin laajasti.	10
44	Robottiräätäli mahdollistaa vaatteiden suunnittelun etäpalveluna.	3
47	Materiaalien yksilöllinen suunnittelu muuttuu globaaliksi toiminnaksi materiaalien 3D-tulostuksen yleistessä.	1
53	Robottien kehittyminen yhä enemmän ihmisen kaltaisiksi kasvattaa etäläsnäolon mahdollisuuksia ja vaikutuksia.	5

TKID	Etävaikuttaminen: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
56	Kasveihin ja eläimiin lisätty elektroniikka mahdollistaa näihin vaikuttamisen etäältä.	1
58	Mikroboteilla voidaan ohjata kehon toimintaa ihmisen tietämättä.	1
60	GMO-tekniikat ovat muuttuneet helpoiksi ja ohjeita voidaan välittää digitaalisesti. Suunniteltu GMO-eliö voi nopeasti levitä globaalisti.	5
64	Kun sopiva tulostusmalli kehitetään jossakin, voidaan se toistaa pian globaalisti.	3
66	Soluviljelyyn lihan käyttö ravinnoksi kasvattaa etävaikuttamisen mahdollisuuksia elintarviketuotannossa lihan 3D-tulostuksen ja biosuunnittelun kautta.	3
67	Viljelyä voidaan kauko-ohjata ja kokonaistoiminnallisuus robottiviljelyyn toimittaa globaalisti.	3
70	Aurinkoenergialla lähes rajattomasti liikkuvien kauko-ohjattavien laitteiden valmistus helpottuu.	3
73	Etävaikuttamisen robotit edellyttävät tehokkaita akkuja.	3
77	Etävaikuttamisen luonne muuttuu, kun "off grid" -ratkaisut vähentävät riippuvuutta sähköverkosta, mutta ovat osin kauko-ohjauksen piirissä.	1
85	Kryptovaluutat helpottavat valtioajat ylittävää rikollista vaikuttamista.	3
87	Käänteinen opetus on etävaikuttamista. Selittämisen ei enää tarvitse tapahtua fyysisesti samassa tilassa eikä tutkinnon myöntävän organisaation toimesta.	5
88	AI-työnjohtaja voi sijaita missä tahansa, kuten Uber-esimerkki osoittaa. Robottien kauko-ohjausmahdollisuus siirtää myös varsinaisen työn etäällä suoritettavaksi.	10
89	TOR mahdollistaa anonyymien yhteydenpidon ja vaikuttamisen. Viestien salaaminen ja autenttisuuden varmistaminen ovat etävaikutuksessa olennaisia.	5
91	Alustojen yläpuolella voidaan vaikuttaa alustan toimintaan globaalisti hyvin helposti.	20
92	Robottiekosysteemit mahdollistavat samojen komponenttien ja ohjelmistojen käytön laajasti erilaisissa laitteissa. Yksittäisten valintojen vaikutukset voivat olla globaaleja.	5
93	Kaupankäynnin siirtyessä alustoille ja verkkoon, etävaikuttaminen helpottuu.	5
94	Etävaikuttaminen edellyttää tietoliikennestandardeja. Robottien kautta vaikuttaminen edellyttää alhaista latenssia ja suurta nopeutta sekä yleisiä tietoliikennerajapintoja.	5
95	Pilvipalvelut ovat nykyään ainoa helppo keino saada laaja aineeton vaikutus aikaan.	3
96	Kaikki etävaikuttaminen voi periaatteessa tapahtua globaalien AI:n toimesta.	20
97	Mikäli sopimuksen tai transaktion varmentamiseen ei käytetä paikallisen lain mukaista rekisteriviranomaista tai panttaajaa vaan lohkoketjua, helpottuu etävaikuttaminen.	5
98	Taiteen ja elämysten avulla vaikutetaan muihin ihmisiin. Digitaalisesti tämä tapahtuu heidän sijainnistaan riippumatta, mikäli osapuolilla on yhteisiä alustoja.	5
99	GDPR moderoi etävaikutuksia, mutta luo samalla käytäntöjä tietojen siirrettävyyteen, jotka käytännöt mahdollistavat entistä laajemman etävaikuttamisen.	3
100	VR-laseja käytetään kauko-ohjaamiseen. AR-lasien käyttäjään voidaan vaikuttaa laittamalla hänen näkökenttäänsä hologrammeja. Alusta takaa yhteensopivuuden.	5

1.10 Työn korvaus koneilla



Arvonluontiverkoston raja: Ihmisen tekemää työtä korvataan koneilla kiihtyvään tahtiin. Yleisimpänä tavoitteena on työn aiheuttaman kustannuksen ja vaivan vähentäminen. Myös työhön liittyviä vaaroja vähennetään ja työn laatua parannetaan koneiden avulla. Yleisesti koneet mahdollistavat sen materiaalsen hyvinvoinnin, joka erottaa meidät kivilautiseä ihmiseä.

Tärkeimpinä arvoina ovat koneiden toiminnallisuus, hyväksyttävyyä ja kustannus. Toiminnallisuuteen liittyvät käytön helppous, käyttövarmuus ja laatuksymykset eli se, että työn tulokset ovat toivotun mukaisia. Hyväksyttävyyteen liittyvät korvauten työn vaarallisuus, raskaus tai vastenmielisyyä sekä statusvaikutukset ja yksityisyyden suoja. Kustannukset muodostuvat kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista sekä mahdollisista riskeistä ja erilaisista valmistuksen tai käytön aiheuttamista ulkoishaitoista.

Transformaation keinot ja arvot: Nykyisen toisteisen automaation tai ihmisen jatkuvaa ohjausta vaativan erikoistuneen konevoiman sijaan uudet koneet ovat kyvyiltään yhä monipuolisempia ja silti autonomisia. Robotit voivat siirtyä itsenäisesti paikasta toiseen ja suorittaa niissä esimerkiksi materiaalien käsittelyä, mittaustehtäviä tai ihmisten opastusta robotin itse havaitseman tarpeen tai toiveen mukaan.

Robotit ja 3D-tulostimet valmistavat monipuolisesti erilaisia tavaroita. Mobiilit robotit voivat huolehtia logistiikasta tai suorittaa ympäristön kunnossapitoa, esimerkiksi leikaten viinintaimet, kitkien rikkaruohot tai luoden lumet. Koneet voivat myös havainnoida ja mallintaa asioita tekoälyn avulla ja oppia tunnistamaan poikkeamia sekä parhaita toimintamalleja.

Uusien koneiden monipuolisuus perustuu informaatiokäsittelykapasiteetin kasvuun ja algoritmien kehitykseen sekä näitä hyödyntäviin organisaatorakenteisiin ja mekatroniikkaan. 3D-tulostimissa tämä esimerkiksi näkyy siinä, että jokainen tuloste kootaan mikroskooppisen pienistä rakeista tai kovetetuista nestepisaroista vähäisin yksityiskohta kerrallaan eikä monimutkaisuus tällöin kasvata tuotantokustannuksia.

Robotteihin kehitetään tartuntaelimiä, jotta ne voivat käyttää muita työkaluja apunaan. Kyky joustavaan, yksilölliseen tuotantoon ja palveluun yhdistyy tulevaisuuden roboteissa mahdollisuuteen siirtyä tarpeen mukaan paikasta toiseen. Robotti voi maalata keittiön seinään Viimeisen ehtoollisen, valmistaa ruoan, tarjoilla sen, soittaa ruokamusiikkia, korjata astiat, siivota ja kastella kukat.

Tekoälyn lupaavin haara perustuu oppiviin järjestelmiin. Koneita siis opetetaan ohjelmoinnin sijaan ja opettaminen tehdään kerroksittain. Puhutaan syväoppimisesta. Oppiminen voi perustua suunnittelijan luomaan malliin, jonka puitteissa kone kokeilee erilaisia vaihtoehtoja simuloimalla mallin toimintaa. Oppiminen voi myös perustua laajaan koneelle esitettävään aineistoon, jonka perusteella kone muodostaa kategoriat ja kausaalisuhteet. Aineisto voi olla luokiteltua tai luokittelematonta ja jopa sadan miljoonan kuvan on havaittu olevan hyödyllisiä opettamisessa. Puhutaan siis suuresta lähtöaineiston määrästä, mikäli tekoäly halutaan opettaa tehtäviinsä alkeista alkaen.

Koneiden jatkuvasti laskeva hinta, kasvava monikäyttöisyys, mobiilisuus ja autonomisuus helpottavat niiden yhteiskäyttöä. Yhteiskäyttö voi toteutua sekä kehitystyön joukkoistuksen että hyväksikäyttöön liittyvän jakamistalouden kautta.

Koneet kykenevät nopeasti ja vaivattomasti sopeutumaan uusiin tarpeisiin. Kun toisteisuuden tarve vähenee, pienenee samalla suuruuden ekonomia. Yksilöllinen tavaroiden ja palveluiden tuotanto voi kilpailla suuruuden ekonomian kanssa. Tuotannon hajautus tulee kannattavaksi monesta syystä, logistiikkakustannukset säästyvät, viiveet vähenevät ja yksilöllinen, monipuolinen palvelu tuodaan lähelle.

Tärkeimmät uudistavat arvot ovat 24/7-palvelu, tehokkuus, hinta ja sosiaaliset estot.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Suurin huomio nykyisessä yhteiskunnassa kohdistuu toisteista työtä suorittaviin tai ihmisen jatkuvaa ohjausta vaativiin koneisiin. Yhtäällä siis on sarjatuotantolinjoilla toimivia automaatteja, joista kukin suorittaa melko selkeää ja usein yksinkertaista työvaihetta osana laajempaa teollista prosessia. Toisaalla sitten on kaivinkoneen tai moottorisahan kaltaisia työkaluja, joita ihmiset käyttävät suorittaakseen erikoistuneita työvaiheita konevoiman avulla. Informaatioteknologian palveluksessa nykyiset koneet koostavat ja lajittelevat suuria tietomassoja itsenäisesti tai toimivat tekstinkäsittelyohjelmien ja laskinten tavoin, kynän ja paperin korvikkeina, yksilöllisen työn tehostajana.

Koneiden ja ajoneuvojen osuus kansallisvarallisuudesta on Tilastokeskuksen tietojen mukaan runsaat 10%. Lähes kaikkiin työtehtäviin tarvitaan koneita, joiden käyttötaito on olennainen osa ammattitaitovaatimuksia. Ihmisten arki on myös koneiden ympäröimä. Voidaan jopa ajatella modernin elämän laajasti tapahtuvan koneiden luomassa maailmassa. Silti meidän koneemme suorittavat edelleen vain toisteisia tehtäviä tai ne ovat meidän selkeässä ohjauksessamme. Ne eivät ajattele puolestamme eivätkä sopeudu itsenäisesti tilanteisiimme ja tarpeisiimme.

Tärkeimmät säilyttävät arvot liittyvät ammatti-identiteettiin, jota älykkäät koneet uhkaavat sekä yleiseen autonomisten koneiden pelkoon ja tutun ihmistyön vaatimukseen. Ihmistyön ja ihmisten keskinäisen läheisyyden arvoa halutaan korostaa ja tätä läheisyyttä vain näennäisestäkin uhkaavia robotteja vastustaa.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Kun koneiden työ muuttuu joustavaksi, voidaan tuotantosarjoja lyhentää kustannusten kasvamatta. Tästä seuraa monipuolisempi paikallinen tuotanto, alhaisemmat logistiikka- ja varastointikustannukset, laajemmat valikoimat sekä matalammat hierarkiat. Kun koneet vaativat vähemmän ihmisen ohjausta, monien tavaroiden ja palveluiden kustannukset laskevat ja osaamisvaatimukset vähenevät. Samalla koneiden jakaminen helpottuu. Jakamistalouden laajetessa autonomisiin koneisiin, yhä useammat tehtävät on mahdollista suorittaa itse näiden koneiden avustuksella.

Joukkoistuksen ja omatoimisuuden yksi riski on veropohjan kaventuminen. Uhkana pidetään myös haitallisiin tarkoituksiin valjastettuja, tekoälyn ohjaamia koneita. Tietoverkkojen pilvipalveluista käsin fyysisiä laitteita ohjaavat tekoälyt ovat erityisen haavoittuvia tietoliikenteen häiriöille ja päätelaitteiden vioille. Yksinkertaisten vikojen lisäksi tekoäly saattaa tehdä odottamattomia johtopäätöksiä. Vastuukysymykset ovat näissä tilanteissa usein ongelmallisia eivätkä väärin suunnatut vastuut kannusta kehittämään turvallisia koneita. Tekoälyyn liittyy myös mahdollisia IPR-ongelmia ja yksityisyydensuojakysymyksiä. Työmarkkinoilla murros on suuri, kun monet ammatit muuttuvat olennaisesti ja työpaikkoja katoaa koneiden tehdessä yhä laajemman osan nykyisestä työstä.

Muutosta hidastaa tottumus vanhaan ja kyvyttömyys nähdä uusia mahdollisuuksia. Kyvyttömyyttä on aiheuttanut heikko panostus uusien mahdollisuuksien selvittämiseen ja koulutuksen vanhakantaisuus. Liiketoiminnallinen taito moniin töihin, jotka koneellistamisen avulla nyt voisi palauttaa takaisin kotimaassa paikallisesti suoritettavaksi, on lähes kadonnut eikä siksi uusia paikallisia yrityksiä synny, vaikka teknisiä mahdollisuuksia olisi. Palvelualalla ei myöskään ole totuttu ajatukseen palveluiden robotisoinnista. Useimmat ihmiset ajattelevat robotit vain tehtaisiin ja toisteiseen työhön sopiviksi laitteiksi. Liikkuvien koneiden leviämistä rajoittaa niiden tekninen keskeneräisyys, jonka vuoksi liikkuminen ihmisen ehdoin rakennetussa ympäristössä on rajallista. Regulaatiot myös rajoittavat robottien itsenäistä liikkumista julkisessa tilassa.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Robotit eivät yksinomaan vähennä työtä korvatesaan vanhaa. Niiden kehittäminen, hallinnointi ja kunnossapito työllistävät, kuten myös markkinointi, kouluttaminen ja niiden mahdollistamien palveluiden järjestäminen. Robottien avulla monet palvelut saadaan myös niin edullisiksi, että hintajouston alueilla työn määrä lisääntyy kokonaisuudessaankin. Robotit myös aiheuttavat haittoja ja vaaroja, joiden torjuminen lisää ihmisten työtä. Nopeasti kasvavia ja uusia ammatteja tulevat olemaan esimerkiksi robottiturvallisuuden tarkastaja, robottivakuutusarvioija, robottikenttähuoltaja, robottityönjohtaja, robottikouluttaja, robottityön suunnittelija, robottien energiahuoltaja ja robottisiirtäjä. Uudet työt liittyvät pääosin robottien tekemän työn mahdollistamiseen ja sen haittojen minimointiin.

Muutoksen säädöstavoitteet: Säädöksissä tulisi pyrkiä robottien työn helppoon saatavuuteen mahdollisimman monien ihmisten avuksi. Robottien käyttöönottoa tulisi nopeuttaa julkishallinnon innovatiivisten hankintojen tarjoamien referenssien avulla. Robottien

liikkumiseen ja niiden tekemään työhön liittyvä vastuutus tulisi selkiyttää. Tässä valmistajan, opettajan, omistajan ja tilaajan vastuu ovat toistaiseksi rajoiltaan epäselvät. Robottien häirintä tulisi kriminalisoida. Roboteille tulisi sallia oikeus valvoa ympäristöään ja robottien valvontaa tulisi selvittää erityisesti julkisessa ympäristössä autonomisesti liikkuvien robottien osalta. Robottien ja muun tekoälyn suhde tietosuoja-asetukseen (GDPR) tulisi selvittää pikaisesti. Tulokinnassa tulisi pyrkiä ratkaisuun, joka mahdollisimman vähän haittaa robottien helppoa käytettävyyttä yksilöiden apuna. Robottien liikkumiseen ja käyttöön liittyvä ja sitä tukeva tietopohja tulisi asettaa samaan asemaan fyysisen infrastruktuurin kanssa.

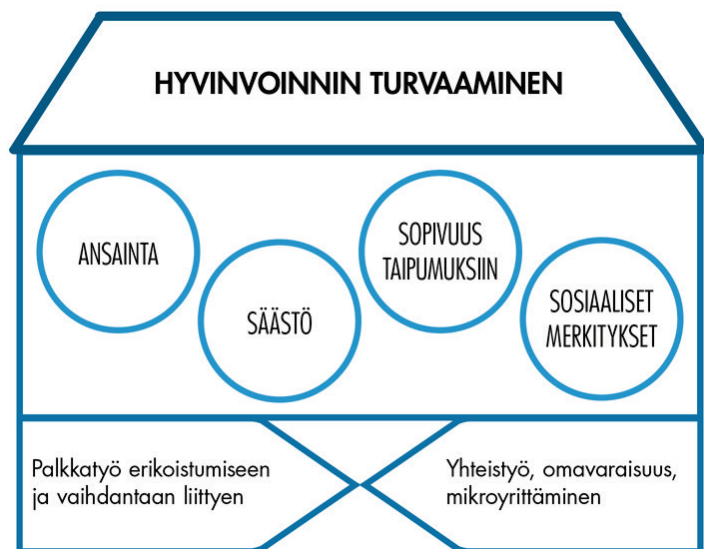
Kansalliset erityispiirteet: Tekoälyn ja robotiikan osaaminen Suomessa on korkeatasoista. Ulkotiloissa liikkuvien ja työskentelevien robottien osalta keliolosuhteet ovat poikkeuksellisen vaativia suuren osan vuodesta.

TKID	Työn korvaus koneilla: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Henkilökohtaiset palvelurobotit palvelevat paremmin kyetessään "lukemaan ajatuksia".	3
3	Useat henkilökohtaiset palvelut paranevat, mikäli kone on tietoinen palveltavan ihmisen kehon tilasta.	3
4	Koneiden joustava toiminta helpottuu, kun ne tunnistavat nesteitä ja kaasuja.	3
5	Robottien autonominen toiminta helpottuu, kun ne ymmärtävät, minkälaisen materiaalien ja maaperän kanssa ne ovat kulloinkin tekemisissä.	5
6	Koneiden on hahmotettava ympäristönsä ja sen muut liikkuvat objektit voidakseen toimia järkevästi muuttuvissa tilanteissa.	10
7	Koneiden kommunikointi tehokkaasti ympäristönsä kanssa edellyttää IR, THz ja GHz -alueita.	3
10	Itsenäiset koneet, kuten robotti-imuri ja rikkaruohojen kitkin, voivat tutkia ympäristöään lasertekniikoilla ja suorittaa operaatioita laserin tai hiukkaskiihdyttimen säteen avulla.	5
11	Monipuolisissa palvelutyössä koneen kyky kommunikoida puheen avulla on olennainen.	5
12	Monipuoliset ja tilanteiden sekä tarpeiden mukaan vaihteleva työ koneen suorittamana edellyttää joko ihmisen jatkuvaa läsnäoloa tai oppivaa tekoälyä.	20
13	Tekoälyn kehittäminen kapeisiin segmentteihin tarkoitettuihin autonomisiin koneisiin helpottuu alustojen avulla. Alustat myös helpottavat koneiden osaamisen siirtoa.	10
14	Palvelurobotin toiminta paranee, kun se kykenee tunnistamaan kasvot ja emotionit sekä projisoimaan omille kasvoilleen asianmukaisen ilmeen.	10
15	Monet palvelutehtävät voidaan siirtää koneille, kun koneiden kyky keskustella asiasta on riittävä. Kone pyytää ihmisen apuun tarvittaessa.	10
16	Ympäristössään liikkuvien robottien on oltava ympäristöstään ja muista siinä liikkujista jatkuvasti tietoinen.	5
17	Koneilla on oltava käsitys tavaroista, joita sen ympärillä on. Näiden tavaroiden mallinnus ja mallien opettaminen koneelle nopeuttaa oppimista.	3
18	Monilla aloilla on valmiina tai helposti jatkuvassa toiminnassaan saatavilla ja muun prosessin yhteydessä tuotettavissa opetusaineistoa tekoälylle.	10
20	Koneet oppivat työnsä paremmin, mikäli ihmisen on helppo opastaa niitä tarvittaessa.	3

TKID	Työn korvaus koneilla: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
22	Robotisaatio etenee tekoälyn avulla, joka oppii sitä enemmän, mitä enemmän digitoitua oppimateriaalia kustakin tilanteesta on saatavilla.	3
23	Tekoälyn tehostuminen helpottaa älyn lisäämistä yhä pienempiin koneisiin.	10
25	Mooren lain jatkuminen edistää digitalisaatiota ja työn korvaamista koneilla.	3
26	Hyvin monissa tehtävissä laskentatehon puute estää toistaiseksi tekoälyn oppimista ja ympäristön hahmottamista työn robotisoinnin vaatimalla tavalla.	10
27	Kävelevä robotti kykenee liikkumaan kaikkiin niihin paikkoihin, joissa ihmiset työskentelevät.	5
28	Robottien mahdollisuus liikkua toisten robottien kyydissä, ilman ihmisen apua laajentaa niiden käyttömahdollisuuksia radikaalisti.	10
29	Jakelutyö ja varastologistiikka robotisoituvat.	3
30	Kopterikuljetukset ja -valvonta automatisoivat monia työtehtäviä.	5
31	Ilma-aluksen autonominen ohjaus mahdollistaa yhden henkilön kuljettamiseen tarkoitetut kevyen lentotaksit.	3
32	Monet ulkotilojen mittaus- ja valvontatehtävät voidaan korvata roboteilla.	3
33	Merentutkimus- ja puhdistustehtäviä sekä vesiliikenteen kuljetustehtäviä automatisoitaessa monet työt voidaan hoitaa nykyistä tehokkaammin.	3
35	Koneet tarvitsevat tietoliikenneyhteyksiä ja harvaan asutuilla ja kehittymättömillä alueilla sekä ilma-aluksissa ja laivoilla yhteydet perustuvat satelliitteihin.	3
36	Kyberhyönteiset ja biomimetiikan avulla tuotetut muut lennokit voivat suorittaa valvontaa ja parvina muitakin tehtäviä.	3
37	Ihmisen kaltaisilla tuntoherkillä käsillä varustettu robotti kykenee tekoälyllä varustettuna matkimaan ja suorittamaan ihmisen kaltaisia tehtäviä.	10
38	3D-tulostus vähentää kokoonpanon tarvetta.	5
39	Muuraus, muottien valmistus- ja rauditustyö vähenevät.	3
40	Itseorganisoituvat ohjausrakenteet korvaavat esimiestyötä, kun ne koordinoivat tekijöitä kohteisiin näiden läheisyyden, taitojen ja mieltymysten mukaan.	5
41	Ubiikki ympäristö, jonka tiedot ovat helposti robotin luettavissa, mahdollistaa robotin järkevän toiminnan siinä ympäristössä.	5
42	Tekoäly oppii etäohjauksessa tekemään asiat yhä autonomisemmin. Pääosa työtä korvaavista roboteista toimii palvelutehtävissä tai tavaroiden valmistuksessa.	5
44	Vaatteiden valmistus on nyt työvoimavaltaista toimintaa ja se robotisoituu.	5
47	Mahdollisuus lääke- ja muiden materiaalien tulostukseen supistaa ketjuja ja työtä.	5
50	Koneet kykenevät erottelemaan raaka-aineita tavalla, johon ihminen ei taloudellisesti pysty. Koneiden työllä saadaan merkittävää lisäarvoa aikaan.	3
51	Koneiden puhtaanapitotarve vähenee ja käyttökelpoisuus lisääntyy.	3
52	Raudituksen korvaaminen 3D-tulostuksen kannalta helpommilla materiaaleilla yksinkertaistaa rakentamisen automatisointia.	3
53	Keinotekoiset lihakset mahdollistavat pienet ja suuret, verrattain huoltovapaat robotit, jotka toimivat ihmisten tai eläinten tavoin luonnollisessa ympäristössä.	10
56	Kyborgimaiset pölyttäjät voivat ratkaista kasvien pölytysongelmia ilmaston muuttuessa.	3
57	Eläkejärjestelmän hitaan jouston vuoksi hyväkuntoisten eläkeläisten määrä kasvaa. Huoltosuhteen heikkeneminen kasvattaa koneellisen palvelun tarvetta.	3
61	Osa nykyisestä työstä voidaan korvata keinosoluilla.	1

TKID	Työn korvaus koneilla: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
63	Karjatalouden korvaaminen koneiden hoitamilla soluviljelmillä.	3
64	Karjatalous voidaan korvata soluviljelyllä ja 3D-tulostuksella.	5
66	Soluviljelmät on helpompi robotisoida kuin karjatalous ja teurastus.	3
67	LED-viljely helpottaa elintarviketuotannon robotisaatiota.	3
69	Kylmätekniiikan kehitys helpottaa elintarviketeollisuuden keskittämistä ja mitta-kaavaetuihin perustuvaa automaatiota ja kasvattaa robottilogistiikan tarvetta.	3
70	Autonomiset laitteet voivat toimia aurinkoenergian avulla jatkuvasti sähköverkon ulottumattomissa.	3
73	Liikkuvat autonomiset koneet toimivat pääosin sähköllä ja niiden yleistyminen edellyttää akkuteknologian kehitystä.	5
81	Suurteholaserit robotin työkaluna suorittavat monia työstöön ja kokoonpanoon liittyviä tehtäviä.	3
82	Johdoton sähkönsiirto helpottaa liikkuvien sähkölaitteiden jatkuvaa toimintaa.	3
87	Käänteisessä opetuksessa osa opetustyöstä korvataan koneilla.	3
88	Robottivälitteinen työ, kuten kauko-ohjaus auttaa robottia oppimaan yhä itsenäisemmäksi.	3
91	Alustat vakioivat työn tavalla, joka helpottaa ihmistyön korvaamista koneilla.	3
92	Modulaarisuus ja ekosysteemin syntyminen rajapintojen avulla nopeuttaa robotiikan kehitystä ja helpottaa innovaatioiden syntyä ja kypsymistä.	3
93	Koneiden kyky käydä kauppaa toistensa kanssa helpottaa töiden robotisointia.	5
94	Koneiden on oltava nopeassa tietoliikenneyhteydessä, latenssin on oltava alhainen ja verkon on oltava yleisen standardin mukainen, jotta koneiden työ on sujuvaa.	5
95	Koneet voivat jakaa tietoja pilvipalvelun kautta ja yhdistää oppinsa.	3
96	Globaali AI oppii hyvin laajasta aineistosta ja kykenee jakamaan oppimisen kustannukset hyvin suuren käyttäjäjoukon kesken.	5
97	Lohkoketjupohjaiset transaktiot on helpompi automatisoida kuin viranomaisasiointi.	3
98	Tekoäly kykenee simuloimaan näyttelijöitä, muusikoita ja muita artisteja.	3
99	GDPR nykymuodossaan estää tekoälyn järkevää käyttöä palveluissa.	5

1.11 Työ ja ansainta



Arvonluontiverkoston raja: Ihmisen tekemän työn pääasiallinen tarkoitus on turvata oma sekä läheisten hyvinvointi ja edistää itselle merkityksellisiä asioita. Tämän rajauksen sisään kuuluvat sekä vallankäyttö sen eri muodoissa, että omavaraistalouden suoritteet. Verotuskyvyn ylläpito, kaupassakäynti ja taskuvarkaus edustavat kaikki tässä tarkoitettua työtä ja ansaintaa, joten tässä käytettynä käsite on tavanomaista työn käsitettä laajempi.

Työn tärkeimmät arvot liittyvät ansaintaan ja säästöön, työn sopivuuteen omiin taipumuksiin ja työn sosiaaliin merkityksiin. Ansaintaan liittyvät korvaus, valta muihin etuisuuksiin ja etenemismahdollisuus. Säästöön voidaan ajatella kuuluvan itsepalvelun ja omavaraistalouden kautta saavutettu hyöty tarvitsematta uhrata siihen aiemmin kerättyjä vaihdon välineitä. Työn sopivuus liittyy yhtäältä omiin kykyihin ja toisaalta omaan arvomaailmaan. Työn sosiaalinen arvostus ja siihen liittyvät ihmissuhteet ovat monille myös tärkeitä arvoja. Yhteiskunnan tärkeänä tavoitteena on pidetty työn ja ansainnan edellytysten jakautumista kaikille jäsenille.

Transformaation keinot ja arvot: Kehittyneissä maissa työ on pääosin jakautunut erikoistuneeksi hierarkioiden kautta organisoiduksi säännölliseksi palkkatyöksi ja erikoistumatomaksi kotitaloustyöksi. Ansiotyöstä on tullut niin hallitsevaa, että monesti sitä tarkoitettaessa puhutaan vain työstä ja omaan tarpeeseen tekemistä on tullut tavaksi kutsua vapaaajaksi. Työn murros pakottaa ajattelemaan työtä laajempänä ilmiönä.

Palkkatyön ja yrittäjyyden sekä omavaraistalouden rajat tulevat muuttumaan. Tekoälyn, jakamistalouden ja robotisaation avulla tuottavuuden kannalta tärkeät työvälineet ja tarvittava osaaminen ovat helposti saatavilla. Tuottavuuserot ja erikoistuminen voivat tämän seurauksena vähentyä. Alustatalous helpottaa myös satunnaisia työsuhteita, joukkoistusta ja talkootyön tulosten jakamista.

Jakamistalous ja alustatalous tarkoittavat osin samaa asiaa. Yksittäiset ihmiset ilmoittavat toimintaa organisoivalle tietojärjestelmälle tarpeensa tai työskentelyhalukkuutensa ja vapaat resurssinsa. Tietojärjestelmä huolehtii seurannasta ja laskutuksesta sekä prosessin määrämuotoisuudesta.

Palvelut saadaan joukkoistuksella mittakaavaltaan suuriksi, erikoistumiseltaan laajoiksi ja alueellisesti kattaviksi. Palvelut voivat nojautua työntekijöiden omiin resursseihin. AirBnB ei harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta itse omista huoneista eikä Uber autoja. Tärkeä joukkoistuksen muoto liittyy aineettomiin resursseihin. Wikipedia ja Linux ovat osoitus yhteistyön voimasta. Suuri joukko uusista palveluista jakaa käyttäjien toimittamaa tietoa ja heidän kehittämiään kuvia, malleja ja neuvoja.

Alustatyössä organisaatiot hajautuvat maantieteestä riippumattomiksi alustaan löyhästi sidoksissa oleviksi verkostoiksi. Markkinointi tapahtuu sosiaalisessa mediassa globaalina vertaisviestintänä. Transaktiokustannukset laskevat tekoälyn ja etätöiden välineiden kehityksessä. Etiäisrobottien ja laajennetun todellisuuden sekä virtuaalitodellisuuden keinoin voidaan uskoa alustatyön entisestään monipuolistuvan ja vahvistuvan suhteessa perinteiseen palkkatyöhön. Työ tehdään asiakkaalle tai muulle joukolle ja esimiehenä on alusta, joka mittaa ja palkitsee suorituksen asiakastyytyvyyden tai vertaisryhmän mielipiteen mukaan.

Digitalisaatio tuo silmiemme eteen neuvot yhä useampiin töihin ja työkalut, jotka suorittavat työvaiheet automaattisesti oikein. Työkalut myös valvovat lopputuloksien laadun. Puolivalmisteet lisääntyvät ja välineiden jakaminen helpottuu. Tämä synnyttää pienuuden ekonomian, jonka seurauksena siiloutuva erikoistuminen vähenee sekä yksilöiden välillä että alueellisesti. Yhä pienemmät organisaatiot voivat tehdä yhä useampia asioita. Pienuuden ekonomia muuttaa työtehtäviä nykyistä kokonaisvaltaisemmiksi ja siirtää niitä ansiotyön puolelta omavaraistalouden piiriin.

Kuluttajat voivat tulevaisuudessa omien ja yhteiskäyttöisten älykkäiden koneiden avulla valmistaa itselleen tavaroita, vaatteita ja jopa lääkkeitä, rakennuksia tai ajoneuvoja. Tämä merkitsee paluuta perhekeskeisen luontatalouden suuntaan. Myös energia ja ruoka voidaan kasvavassa määrin tuottaa itse. Osaaminen lääketieteeseen, suunnittelutehtäviin tai kunnossapitoon voidaan joukkoistaa tekoälyn ja alustojen avulla talkootyöksi. Verojen välttäminen asiantuntijatyön vaihtamisessa yleistyy etiäistyön yleistyessä ja ylittäessä valtakunnanrajat.

Haastajaregiimin tärkeimmät arvot ovat omatoimisuus, riskinottokyky, vapaus, vastuullisuus ja kokeilunhalu.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Valtaosa ansiotyöstä on nyt erilaisten koneiden ohjaamista ja käyttämistä tai vuorovaikutusta muiden ihmisten kanssa. Fyysisen voiman käyttöön perustuvat työtehtävät ovat yhä pienempi osa ansiotyöstä.

Työt ovat sidoksissa suuruuden ekonomiaan joko tuotannon luonnollisten mittakaavaetujen vuoksi ja toisteiseen automaatioon liittyen. Vaihtoehtoisesti mittakaavaetuja synnyttävät yhteiskunnan keinoitekoiset regulaatiot. Usein ne on synnynyt valtarakenteiden ja hierarkioiden edunvalvontaan. Toimijoita ovat mm. työmarkkinajärjestöt, julkiset ja yksityiset monopolit sekä monenlaiset oligopolit.

Valtaregiimi on omistus- ja pääomakeskeinen ja erilaisten privilegioiden vaikutus on suuri. Yksityiset privilegit sisältävät mm. aineettomat oikeudet. Valtioiden ja politiikan merkitys yritystaloudessa on sekä kansallisesti että globaalisti hyvin suuri.

Suuret tuottavuuserot, joita reguloinnilla on vahvistettu, ovat mahdollistaneet korkean ansiotyöhön ja sen tuloksien vaihdantaan liittyvän verotuksen. Yhteiskunta ottaa veroluontoisina maksuina karkeasti 75% välityspalkkion kahden keskituloisen vaihtaessa työsuoritteita keskenään. Tämä vaihto kannattaa vaihtajille vain, jos tuottavuusero on kolminkertainen. Suuret tuloerot luonnollisesti mahdollistavat suurituloisille työn ostamisen pienituloisilta, vaikka mitään ajallista tuottavuuseroa ei ostettuihin tehtäviin liittyisi.

Verokiilan vuoksi kotitaloudet noutavat itse tavarat kaupan hyllyiltä ja suorittavat ne muut askareet, joissa tuottavuuserot ovat vähäiset. Verrattain vähäisten tuloerojen ja korkean verokiilan vuoksi sellaiset työtehtävät, joissa henkilökohtaiset tuottavuuserot ovat vähäisiä, ovat siirtyneet itsepalveluksi ja omavaraistalouden piiriin, elleivät ne ole aina siellä olleet. Maalarin kannattaa nykyään muurata talonsa itse ja muurarin maalata omansa, vaikka kumpikin olisi niissä hommissa puolet toistaan hitaampia. Tuottavuuseron on oltava suurempi, jotta palkkatyö kannattaa.

Veroluontoisten maksujen avulla yhteiskunta kustantaa suuren joukon palveluita ja tulonsiirtoja, joilla turvataan mm. eläkeläisten, opiskelijoiden ja työttömien toimeentulo. Tämä malli on toiminut hyvin mittakaavaetujen ollessa suuria.

Noin 2,3 miljoonaa suomalaista käy ansiotyössä. Tästä 1,5 miljoonaa on jatkuvia ja kokoaikaisia työsuhteita ja 800 tuhatta epätyypillisiä työsuhteita. Lähes kaikki kotitaloudet tekevät kaiken tai suurimman osan kotitaloustyöstään itse. Merkittävä osa niin kutsutusta vapaa-ajasta käytetään ansiotyöhön liittyvään matkustamiseen ja elintarvikkeiden sekä tavaroiden noutamiseen. Valtakulttuurin piirissä ansiotyö ja siihen liittyvät odotukset ja ammatti-identiteetit ohjaavat käyttäytymistä voimakkaasti. Tämä on myös koulutusjärjestelmän ja sääntelyn seuraus.

Ihmiset määritellään dikotomisesti eli joko-tai -periaatteella palkkatulon tai yrittäjätulon saajiksi, työllisiksi tai työttömiksi ja työhön liittyvällä vapaalla tai eläkkeellä oleviksi. Palkka- ja etuusjärjestelmät perustuvat näihin samoihin vanhaa ajattelua ylläpitäviin kaksijakoisuuksiin. Tärkeimmät säilyttävät arvot ovat turvahakuisuus, hierarkiahakuisuus, mukavuudenhalu ja viehtymys suuriin tarinoihin.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Työtehtävien ja osaamisen muuttuminen kokonaisvaltaisemmaksi sekä vähemmän hierarkkiseksi kasvattaa työn mielekkyyttä. Alueiden ja yksilöiden muuttuminen omavaraisemmiksi vähentää kriisiherkkyyttä ja transaktiokustannuksia. Alustatalous lisää avoimuutta sekä poistaa välikäsiä ja esimiesportaita kasvattaen työn tehokkuutta. Omatoimisuuden lisääminen siten, että ihmiset valmistavat omia tavaroitaan ja tuottavat omat elintarvikkeensa, energiansa ja tarvitsemansa tiedot ja taidot, muuttaa yhteiskuntaa nopeasti.

Kun elintaso ei enää riipu ansiotuloista, muuttuvat tulonsiirtojen vaikutukset entistä vaikeammin harkittaviksi kysymyksiksi. Veropohja voi merkittävästi vähentyä jakamistalouden, omatoimisuuden ja joukkoistuksen siirtäessä työtä rahatalouden ulkopuolelle. Verokiilan

nosto entisestään luo negatiivisen kierteen. Tulonsiirrot voivat lisäksi houkutella siirtymään omavaraistalouteen, jos sen edellytykset ennakoidulla tavalla olennaisesti paranevat.

Muutosta hidastaa voimakas sosiaalinen ja henkinen sidos ansiotyöhön. Työllä ja erityisesti muille ihmisille tehtävällä ansiotyöllä on suuri symboliarvo ihmiselle itselleen. Kodit ovat heikosti varustettuja omatoimista valmistusta tai etätyötä varten. Koulutus valmentaa palkkatyöhön ja hierarkkisiin organisaatioihin. Mittakaavaedut ovat edelleen merkittävät ja logistiikkakustannusten lasku ylläpitää niitä. Työ on monilla aloilla voimakkaasti reguloitu ja vaihdanta hankalasti toteutettavissa nykyisten organisaatioiden ulkopuolella.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Suurin työn teettämiseen liittyvä muutos syntyy alustatalouden kasvusta. Omavaraistalouden ja talkootyön kasvu ovat myös suuria muutostekijöitä, joiden piiriin tulevia ammatteja syntyy. Esimerkkejä uusista ammateista ovat mm. alustatilintarkastaja, alustapoliisi, onlinetyö (ennakoija, freelancer, mainekauppias), alustamanageri, viranomaisfasilitoija, lähipalvelunvälittäjä, mikrovakuuttaja, omavaraiskon-sultti ja yhteisömanageri.

Muutoksen säädöstavoitteet: Muutoksen tärkein säädöstavoite on mikroyrittäjyyden ja alustatyön helpottaminen. Jaettujen resurssien tulo- ja kululaskentaan tulisi kehittää yksinkertaisia sääntöjä. Osuuskuntatyypin toiminnan esteitä ja alisteisuutta markkinataloudelle tulisi purkaa ja alustaosuuskuntien kehitystä tukea. Työlainsäädäntö tulisi tehdä paikasta riippumattomaksi yhtäältä siten, että etätyö olisi valvottavissa ja toisaalta siten, että työt eivät tarpeettomasti vaatisi fyysistä läsnäoloa. Jakamistalouden transaktiot tulisi normittaa ja modernin omavaraistalouden tutkimusta lisätä.

Kansalliset erityispiirteet: Pohjoismainen hyvinvointivaltio on globaalisti poikkeava ilmiö. Huoltosuhteen nopea heikkeneminen kasvattaa työn murroksen haastetta.

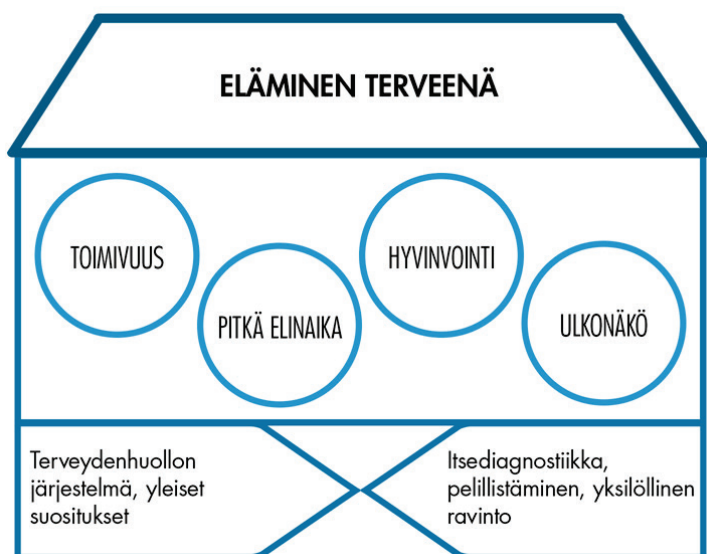
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80549/TEMrap_34_2017_verkkojulkaisu.pdf

TKID	Työ ja ansainta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Tunnetyöläinen voi lukea tai antaa luettavaksi ajatuksiaan. Ajatuksilla voidaan ohjata robotteja tai muita työkaluja käsiä nopeammin.	3
5	Ihmisten työ helpottuu, kun mittalaite kertoo kunkin materiaallisen asian koostumuksen.	3
6	Kuvantaminen on osa digitalisaatiota, joka edistää tekoälyn ja alustatalouden etuja ja keskittää aineetonta työtä samalla hajauttaen fyysistä työtä ja siihen liittyvää osaamista.	3
11	Koneellinen simultaanitulkkaus avaa sekä lähi- että etätyön mahdollisuuden omasta kielitaidosta riippumatta.	10
12	Tekoäly voi opettaa ja avustaa ihmistä, jonka omat puutteelliset taidot ja tiedot estäisivät työn tekemisen. Tällainen tukiäly helpottaa erittäin monien töiden tekemistä.	20
13	Alustat monipuolistavat tekoälyn sovelluksia ja laskevat niiden hintaa kilpailun lisääntymisen kautta. Tämä vähentää osaamisen eriarvoisuutta ja demokratisoi työtä.	5
14	Ihmisen työteho paranee koneiden tunnistaessa emoottiot.	
15	Työteho paranee keskustelevien koneiden avulla.	

TKID	Työ ja ansainta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
17	Digitalisaatio edistää työn riippumattomuutta paikasta. Kappaleiden 3D-malleja voi työstää, siirrellä ja yhdistellä virtuaalisesti, jonka jälkeen robotti voi tehdä saman fyysisesti.	3
18	Tekoälyn opettaminen on yksi laajimmista tulevaisuuden tehtävistä. Opetusmateriaalien valinta ja kerääminen sekä onnistumisen arviointi ovat työn elementtejä.	5
19	Laajennetun todellisuuden välityksellä ihmiset voivat olla hologrammeina läsnä toistensa fyysisessä ympäristössä. Työnä se voi olla neuvontaa, viihdettä, yms.	5
20	VR-lasit mahdollistavat robottivälitteisen toiminnan esimerkiksi erilaisissa ohjaus-, kunnossapito-, neuvonta-, palvelu- ja kokoonpanotehtävissä.	10
21	Ihmisen tavoin liikkuvan ja ihmisen kehon liikkeillä ohjattavan robotin kauko-ohjaus on merkittävä tulevaisuuden työ. Haptinen ja eleillä ohjaus yleistyy kaikessa työssä.	5
23	Tekoälyn halventuminen edesauttaa tukiälyn yleistymistä, joka tasaa osamiseroja ja madaltaa hierarkioita sekä vähentää erikoistumistarvetta ja mittakaavaetua.	10
26	Digitalisaation eteneminen nopeuttaa vapautumista työn ja paikan sidoksesta. Realistiset VR/AR-maailmat, joihin osa työstä siirtyy, vaativat nykyistä enemmän laskentatehoa.	5
27	Kävelyavustajat lisäävät ihmisen kykyä suorittaa raskaita töitä.	3
28	Autoilutyö vähenee. Matka-aika vapautuu työajaksi. Työn sidos paikkaan vähenee.	5
29	Lähituotannon jakelu ja saatavuus helpottuvat.	3
30	Lähijakelun ja valvonnan helpottuminen avaa monia tehtäviä, jotka on aiemmin hoidettu itsepalveluna tai naapuriapuna.	3
31	Liikkumisen helpottuminen avaa ihmisille uusia työmahdollisuuksia.	1
32	Jatkuvasti lentävät laitteet lisäävät kauko-ohjaus- ja etävalvontatehtäviä.	1
33	Vesiliikenteen robotisointi lisää kauko-ohjauksen ja etävalvonnan tehtäviä.	1
34	Työssäkäynti- ja asiointialueen laajeneminen kasvattaa erikoistumista ja lisää ansaintamahdollisuuksia.	3
35	Satelliittiyhteyksien lisääntyminen edistää globaalia viestinnällistä tasa-arvoa ja mahdollisuutta osallistua internetin luomille työmarkkinoille.	3
37	Etiäistyö helpottuu, kun robotin kädet toistavat omien käsien liikkeen, VR-lasit näyttävät tilanteen kuin sen tekisi itse ja tuntoaistimus välittyy omiin sormiin.	5
38	Lähivalmistus ja yksilöllinen tuotanto kasvattavat mittaus-, suunnittelu-, pakkaus- ja myyntitarvetta.	5
39	Suunnittelutyön ja mallien kaupittelun määrä kasvaa.	1
40	Ihmisen työ muuttuu pelilliseksi ja omalla tavallaan vastuullisemmaksi.	1
41	Digitalisaatio irrottaa työn paikasta. Toisaalta ubiikki ympäristö kasvattaa paikallisten ongelmanselvittäjien ja huoltohenkilöiden tarvetta.	3
42	Etiäispalvelu irrottaa palvelutyön fyysisestä paikasta.	5
54	Makean veden saatavuuden helpottuminen lisää työn mahdollisuuksia alueilla, jotka nyt kärsivät vesipulasta.	5
56	Ihmisten kykyjen laajentaminen kyborgimaisilla kyvyillä lisää tehokkuutta.	3
57	Eläkeikäisten hyväkuntoisten omavaraistalous kasvaa. Henkilökohtaisiin valtarakenteisiin ja sosiaalisiin sidoksiin perustuvat organisaatiot kasvavat entistä pidempään.	5
63	Soluviljelyn mahdollisuus kasvattaa omavaraistaloutta.	1

TKID	Työ ja ansainta: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
64	Soluviljely, sisäviljely ja elintarvikkeiden 3D-tulostus edistävät omavaraistaloutta.	3
67	Elintarvikkeiden pientuotannon lisääntyminen laajentaa omavaraistalouden osuutta.	3
70	Haja-asutusalueella energia on hankittavissa omavaraisesti ja tämä tullee kasvattamaan omavaraistaloutta.	3
71	Paikallinen lämpötuotanto lisää omavaraistaloutta.	1
74	Lähienergia lisää paikallista työtä.	3
77	Omavaraistalous voi kasvaa riippuvuuden vähetessä keskitetyistä rakenteista.	1
80	Kineettisen energian talteenottolaitteet ovat tyypillisesti mekaanisia rakenteita, joiden suunnitteluun, asentukseen ja kunnossapitoon tarvitaan merkittävästi ihmistyötä.	5
84	Työtehtävien pelillistäminen lisää oppimista ja suuntaa tekemistä sekä vähentää esimiestyön tarvetta.	5
85	Aikapankit lisäävät samanpalkkaisten toisilleen tekemiä palveluita.	1
86	Joukkorahoitus ja mikrorahoitus voivat edistää uudentyyppisiä hankkeita, joiden olisi muutoin vaikea saada rahoitusta ja siten ne luovat työtä ja ansaintamahdollisuuksia.	3
87	Työmahdollisuudet kasvavat, kun taidot ja tiedot voidaan hankkia pääosin verkosta ja osaaminen on näytettävissä helposti.	10
88	Monet ihmiset saavat esimieheksen tekoälyn ja tekevät työnsä alustan alapuolella. Työ on yhä useammin myös robotin kauko-ohjaamista.	5
89	Verotuksen ohittava globaali työ ja kauppa lisääntyvät.	1
90	Yhteisölliset alustat lisäävät työtä helpottamalla vaihdantaa.	5
91	Alustat tarjoavat työtä, jonka määrä vaihtelee. Työ riippuu esimiehen miellyttämisen sijaan yksilöllisestä asiakastyytyväisyydestä ja alustan menestyksestä.	10
92	Robottiekosysteemien kehitys tekee osaamisesta globaalia ja laaja-alaista.	3
93	Kauppaan ja transaktioihin suoraan kuuluva työ vähenee, mutta yhä useampien tuotteiden ja palveluiden valikoima tarvitsee oppaansa ja selittäjänsä.	3
94	Globaali nopea verkko edistää globaalin etätyön mahdollisuuksia.	3
95	Tietoteknisiä palveluita voidaan pystyttää investoimatta laskentakapasiteettiin.	3
96	Työn murros saattaa globalisaation vuoksi alueellisesti olla hyvin nopea.	5
98	Työ voi olla yhä laajemmin elämysten tuottamista. Bloggaajat ja vloggaajat saavat varmasti seurakseen VR- ja AR- vaikuttajat, kunhan sopivia alustoja syntyy.	5
100	Kauko-ohjaus, etäopastus ja etäviihde muuttuvat kaikki mielekkäiksi työtehtäviksi VR/AR-lasien avulla. Alustat varmistavat yhteensopivuuden lasien ja sisälön välillä.	5

1.12 Terveys



Arvonluontiverkoston raja: Ensisijaisena tavoitteena on ihmisen eläminen terveenä mahdollisimman pitkään. Tärkeimmät arvot ovat kehon ja mielen toimivuus, pitkä elin aika, hyvinvointi ja ulkonäkö. Kehon ja mielen toimivuuteen vaikuttavien sairauksien ennaltaehkäisy ja parantaminen kuuluvat tähän arvonluontiverkoston. Myös fyysisen ja psyykkisen kunnon ylläpito sekä sosiaalisia suhteita häiritsevien ulkonäöllisten ja käyttäytymiseen liittyvien ongelmien korjaus kuuluvat tähän. Elintapalääketiede ja biohakkerointi kuuluvat rajauksen piiriin. Kehollisten tai mielen toimintaan liittyvien puutteiden korjaaminen apuvälineiden tai jatkuvasti avustavan ympäristön avulla kuuluu seuraavaan arvonluontiverkoston.

Transformaation keinot ja arvot: Nykyiseen terveydenhuollon valtavirtaan kuuluvat tilastoihin pohjautuvat viranomaissuositukset sekä byrokratisoitu terveydentilan valvonta ja sairauksien hoito virallisesti valvotun avohoidon ja laitosten kautta pääosin yleisiä käytäntösuosituksia noudattaen. Tämä tulee muuttumaan.

Ihmiset hoitavat nyt omatoimisesti tavallisen flunssan, vatsataudin sekä yksinkertaisten haavojen ja ihottuman oireita. Teknologia mahdollistaa jo perimän ja soluaineenvaihdunnan yksilöllisen selvittämisen. Kotitalouden omin laittein voi lähitulevaisuudessa seurata kehon tilaa tarkemmin kuin mihin keskussairaaloiden laboratoriot ovat tähän saakka kyenneet. Näiden tietojen perusteella tekoäly, tarvittaessa asiantuntijan avustamana, kykenee antamaan lausunnon tarvittavista elintapamuutoksista ja hoitotarpeesta.

Reaktiivisen hoitamisen lisäksi proaktiivisen ja oireiden varhaiseen tunnistukseen liittyvät keinot paranevat etenkin omatoimisessa terveyden ylläpidossa. Tätä edistää mm. tekoälyn ja erilaisten biomarkkereiden kehitys sekä omatoimisen terveydenhuollon mittalaitteiden

yleistyminen. Nämä menettelyt estävät ongelmien muuttumista vakaviksi ja erilaisten epidemioiden leviämistä.

Terveysterveysten menetelmiä varsin tiukasti USA:ssa valvova FDA on hyväksynyt useita iPhoneen lisälaitteita diagnostisiin tarkoituksiin. Potilaat voivat esimerkiksi kuvata verkkokalvon pohjan tai tärykalvon itse ja lähettää kuvan lääkärille lausuttavaksi. Älypuhelinien lisälaitteet kykenevät hyvin moniin eri mittauksiin. Tekoälyn avulla myös automaattiset diagnoosit tulevat mahdollisiksi. Tricorder xPrize-kilpailussa kaksi palkittua loppukilpailijaa kehitti kannettavan laitteen, joista kumpikin kykenee maallikon käytössä diagnosimaan useita yleisiä tautitiloja tarkasti.

Perimän selvittäminen on muuttumassa niin edulliseksi, että oman perimän lisäksi lähitulevaisuudessa lienee käytännöllistä selvittää myös proteiiniaineenvaihdunnan tila ja elimistön bakteerikanta sekä ravinnoksi nautittujen solujen perimä yksilöllisesti. Näiden tietojen merkitys ymmärretään vuosi vuodelta paremmin ja yksilöllinen lääkintä tulee helpottumaan.

Nykylääkinnässä käytetään kemiallisia lyhyitä molekyylejä ja niiden aiheuttamia sivuvaikutuksia korvaamaan jotakin puutetta soluaineenvaihdunnan säätelyssä. Tulevaisuudessa voidaan korjata ongelma sen alkuperäisen juurisyyn tasolla. Ravintosuositukset muuttuvat myös yksilöllisiksi ja niiden vaikuttavuutta voidaan seurata solutasolla. Pelillistämisen, tekoälyn, digitatuointien ja itsediagnostiikka-implanttien keinoin tämä tullaan oppimaan jatkuvaksi elämisen tavaksi.

Omatoimisen terveydenhuollon yksi ilmentymä on biohackeriliike. Siinä itsediagnostiikan ja ravintotieteiden avulla säädetään elintapoja terveyden edistämiseksi. Erikoistuneena muotona tästä voidaan niitä pitää potilasyhdistyksiä, joiden jäsenet kokeilevat omaehtoisesti uusia hoitokeinoja ja vertailevat kokemuksia keskenään. Diagnostiikkavälineiden kulluttajistuminen tehostaa tätä toimintaa. Bioteknologian uusin keinoin monimutkaistenkin molekyylisen syntetisointi voi tapahtua kotilaboratoriossa. Tämä avaa tien kohti laajoja ihmiskokeita. Potilaat voivat syntetisoida lääkkeitä itselleen ja vertaisyhteisön avulla jakaa kokemuksia.

Eliniän pidentämistutkimus on mahdollisen läpimurron kynnyksellä. Hiirten tervettä elinikää on kyetty pidentämään noin 30%. Tämä on onnistunut useilla toisistaan olennaisesti poikkeavilla keinoilla. Samoja keinoja on ryhdytty kokeilemaan ihmisiin. Hiirillä ne eivät pelkästään hidasta ikääntymistä vaan myös parantavat monia vanhuuteen liittyviä tauteja, kuten esimerkiksi dementian, sydämen laajentuman, ryppyisen ihon ja lihasvoiman heikkenemisen. Tämän tutkimuksen konkretisoituminen saattaa johtaa omaehtoisten hoitojen radikaaliin lisääntymiseen.

Mielenterveydelliset haasteet ovat suuria eikä julkinen terveydenhuolto kykene tarjoamaan riittäviä palveluita estämään mielenterveyden ongelmien jatkuvaa lisääntymistä. Tekoälyn avulla erilaiset sosiaalistavat agentit, vertaisapu ja pelillistäminen voivat tarjota uusia omaehtoisia ja yhteisöllisiä keinoja mielenterveyden parantamiseen.

Tärkeimmät uudistavat arvot liittyvät ajatukseen kehosta temppelinä sekä huoleen omasta tai lähimmäisten hyvinvoinnista ja ikääntymisestä. Yksilöllinen funktionaalinen ravinto ja

kokeilunhalu sekä epäluottamus yleisiin suosituksiin ja diagnostiikkaan lisäävät omatoimisuuden halua.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Monipuolinen ravinto ja säännölliset elintavat ovat tärkein terveyden ylläpidon keino. Pääasiallinen näihin liittyvä toimintamalli on koko väestön tasolla tapahtuva tutkimus ja sen perusteella annetut yleiset suositukset ja pakottavammat säädökset. Yleisillä suosituksilla ja normeilla vaikutetaan esimerkiksi elintarviketeollisuuden ja laitostekniikkaan sekä ihmisten yksilöllisiin valintoihin. Myös liikkumiseen, nukkumiseen, alkoholin ja huumeiden sekä tupakan käyttöön ja liikennekulttuuriin vaikutetaan säädöksillä ja asennekasvatuksella.

Sairauksien parantaminen on viranomaisten tarkasti valvoman ammattikunnan hoidossa lukuun ottamatta vähäisiä vaivoja ja tartuntatauteja. Byrokratisoidut menettelyt ovat valitsemia oli sitten kyse laitoshoidosta, avohoidosta, lääkityksestä, kuntoutuksesta tai kirurgisista toimenpiteistä. Myös lääkkeiden kehitys ja markkinointi ovat tiukasti säädeltyjä. Diagnostiikka ja siihen perustuvat hoidolliset toimenpiteet ovat lääkärin yksinoikeus ja lääkkeiden jakelu perustuu lääkärin antamiin lääkemääräyksiin. Joiltakin osin sairaanhoitajat saavat suorittaa vastaavia tehtäviä ja apteekit jakavat joitakin itsehoitolääkkeitä ilman lääkärin määräystä.

Sosiaali- ja terveystieteen tehtävissä työskentelee noin 400 tuhatta henkeä. Tähän lukuun kuuluu myös seuraavassa arvionlontiverkostossa käsiteltävä toimintakyvyn palauttaminen. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen tietojen mukaan Suomen terveydenhuollon menot olivat lähes 20 miljardia euroa vuonna 2015. Tästä julkisen erikoissairaanhoidon osuus oli noin 7 miljardia, julkisen perusterveydenhuollon osuus noin 3.7 miljardia ja lääkkeiden osuus 2.5 miljardia. Loppu koostuu pitkäaikaissairaiden hoitopaikoista sekä yksityisistä terveydenhoidon kustannuksista. Elintarvikealan ja muun elämäntapoihin liittyvän terveyteen liittyvän työn ja kustannusten osuus on vaikeasti erotettavissa muusta toiminnasta.

Tärkeimmät säilyttävät arvot ovat luottamus instituutioihin, yksityisyys, kansanterveysaate ja holhousmentaliteetti sekä ajatus samoista säännöistä kaikille.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Muutoksen tärkeimpänä hyötynä voidaan pitää yksilöllisyyden kasvua. Tämä tapahtuu sekä ihmisen itsensä omatoimisuuden kautta että terveydenhuollon ottaessa ihmisen yksilölliset ominaisuudet ja tarpeet huomioon väestötason tilastollisten suositusten sijaan.

Kun yksilö paremmin ymmärtää oman tilansa ja vaihtoehtonsa, voi hän myös paremmin valita toimintatapansa. Yleiset suositukset eivät useinkaan vakuuta, koska korrelaatiot eivät ole voimakkaita ja hajonta on suurta. Se siis, mikä ei useimmille sovi, saattaa joillekin olla täysin ongelmaton toimintatapa. Yksilöllisyyden ja omatoimisuuden avulla terveyden tilan seuranta ja sen ylläpito voivat tehostua ja terveydenhoidon kustannukset laskea.

Omatoimisuuden kasvuun liittyy uskomuslääketieteen riski. Väärä tieto voi aiheuttaa haittoja levitessään sekä elintapoihin että lääkintään. Rokotevastaisuus on tästä hyvä esimerkki. Vaarana on myös se, että omatoimisesti asioita selvittäneet potilaat ajautuvat vastakkain yleisiin käypähoitosuosituksiin nojaavan lääkärin kanssa.

Potilaiden itsensä suorittamat mittaukset voivat aiheuttaa kasvavia vastuita pakottaessaan julkisen terveydenhuollon tarkistamaan heille esitetyt väitteet. Jo nyt monet hoitotoimenpiteet käynnistetään vasta potilaan käytyä yksityisen terveydenhuollon vastaanotolla tutkimuksissa, joista julkinen terveydenhuolto on kieltäytynyt. Tutkimuksen osoitettua potilaan epäilyt todeksi, on julkinen terveydenhuolto ikään kuin tullut tietoiseksi ongelmasta ja potilas on päässyt hoidon piiriin. Tämä kehitys tulee omatoimisuuden lisääntyessä voimistumaan. Omatoimisten mittausten virheet johtanevat myös moniin turhiin toimenpiteisiin.

Omatoimisuuden riskeihin liittyy myös yksityisyyden katoaminen. Uusilla mittalaitteilla voidaan oman kehon tilan lisäksi voi selvittää yksityiskohtia muiden ihmisten kehon ja mielen tilasta sekä elintavoista. Osa mittalaitteisiin liittyvistä pilvipalveluista vaatii myös luvan yksityisten tietojen laajempaan hyväksikäyttöön. Tulevaisuuden riskeihin kuuluu myös lääkinnällisten aineiden valmistus omien tarpeiden lisäksi muita ihmisiä ja ympäristöä haittaamaan.

Yksilölliseen funktionaaliseen ravintoon siirtymistä hidastaa tottumus valmisruokiin ja laitoskeittäisiin. Kunnollinen valmius yksilöllisen ravinnon tuottamiseen on vain kotitalouksilla ja gourmet-ravintoloilla. Auktoriteettimerkitykset ovat vahvoja ja itsediagnostiikan tottumus tai välineistö on kehittymätöntä. Viranomaiskäytännöt ja sääntely eivät tue muu-
tosta.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Terveys on ihmiselle elintärkeä asia ja ihmiset voivat käyttää siihen nykyistä suuremman osan resursseistaan, mikäli vaikuttavuus on selkeä. Yksilöllinen terveydenhuolto tulee nostamaan esiin lukuisia uusia työtehtäviä. Esimerkkejä nousevista ammateista ovat DNA-analyytikko, mikrobiome-neuvoja, biomarkeritulkki, itsediagnostiikkavälineiden käyttöä opastava puoskari, itsediagnostiikkavälinehuoltaja, bioturvajuristi (tuomari, valtuutettu, asianajaja), biokonsultti, lääketulostaja, DNA-muokkaaja, aminohappokokki, hyvinvointivalmentaja ja diagnostiikkavalmentaja, itsediagnostiikkatarkastaja, digiterapeutti, implanttiasentaja, digitatuojia, biosalapoliisi ja bioriskien kartoittaja.

Muutoksen säädöstavoitteet: Lääkäreiden julkisrahoitteiset tietolähteet tulisi saattaa avoimeksi dataksi. Itsediagnostiikan ohjeistusta tulisi kehittää ja itsediagnostiikassa käytettäviä laitteita tulisi testata ja tarkastaa. Väestön DNA-testausta tulisi kehittää ja suosia.

Ravintosuositukset tulisi sitoa tietoon ihmisen perimästä ja tähän tulisi kehittää yhteiskunnan toimesta pelillisiä välineitä. Lääkäriin, potilaan ja apteekin vastuurajoja tulisi uudistaa huomioon ottaen itsediagnostiikan kehitys. Laitevalmistajien vastuut tulisi määrittää itsediagnostiikkaan liittyen. Itsediagnostiikkalaitteiden sekä elintapasovelmien valvonta ja sertifiointi tulisi järjestää. Kalliiden yksilöllisten hoitojen julkisen rahoituksen priorisointi tulisi suorittaa.

Kansalliset erityispiirteet: Väestön omatoimisuus ja sivistystaso sekä kyky tietoteknisten laitteiden käyttöön on korkealla tasolla. Ikääntyminen on Euroopan nopeinta. Terveysteknologian vienti on merkittävän suurta.

<https://www.thl.fi/fi/tilastot/tilastot-aiheittain/sosiaali-ja-terveydenhuollon-talous/terveydenhuollon-menot-ja-rahoitus>

TKID	Terveys: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Tunnetilan lukeminen ja siihen vaikuttaminen voivat vaikuttaa terveisiin elintapoihin	5
2	Yksilön perimän ja mikrobiomen avulla suunnitellut ravinto- ja elintapamuutokset parantavat terveyttä. Ravinnon perimän seuranta lisää elintarviketurvallisuutta.	10
3	Kehon tilan seuranta mahdollistaa terveyden pelillistämisen ja auttaa havaitsemaan terveyteen ja elämäntapoihin liittyviä poikkeamia sekä sairauksien varhaisia oireita.	20
4	Sairauksien ja epäterveellisen ympäristön sekä ravinnon epäpuhtauksien havaitseminen helpottuu.	5
5	Materiaalitutka voi tunnistaa ravinnosta tai hengitysilmosta sopimattomia ainesosia.	10
8	LED-valojen värien säädettävyyden sekä sisäviljely voivat edistää terveyttä.	3
9	Plasmoniikan avulla voidaan tehdä terveyttä valvovia nanokoneita, jotka viestivät kehon läpi tai tarrautuvat syöpäsoluihin ja tappavat ne.	5
10	Pienet hiukkaskiihdyttimet, THz-aaltoalueen femtolaserit yms. Mahdollistavat kehon tutkimisen ja mahdollisten häiriöiden varhaisen havaitsemisen.	5
11	Sairautapauksessa, jos potilas ja lääkäri ovat erikielisiä, tarvitaan tulkkausta.	3
12	Tekoäly kykenee valvomaan varhaisia oireita, diagnosoimaan sairauksia, neuvoamaan terveellisissä elintavoissa ja kannustamaan niihin.	10
14	Emotionaaliset koneet saattavat vaikuttaa terveyteen myönteisesti.	3
15	Keskusteleva (emotionaalinen) kone voi vaikuttaa terveyteen myönteisesti.	3
18	Terveyssovellukset tuottavat jatkuvasti opetusaineistoa.	3
20	VR-lasit voivat luoda liikunnallisesti virikkeellisiä ympäristöjä, kuten pallopelejä, taistelutilanteita, esteiden väistelyä yms.	1
21	Liikkeisiin perustuvat ohjaimet muuttavat tietokoneiden käytön liikunnalliseksi.	3
23	Henkilökohtaiset assistentit muuttuvat yhä osaavammiksi kannustajiksi.	3
25	Kehon sisään sijoitettava elektroniikka mahdollistuu.	10
26	Soluaineenvaihdunnan mallinnus, jotta ravinnon vaikutus terveyteen voidaan yksityiskohtaisesti simuloida, vaatii nykyistä enemmän laskentatehoa.	5
31	Sairastapauksissa nämä lentotaksit ovat olennaisesti ambulanssia nopeampia.	3
41	Sisäilma ja muut olosuhteet voidaan säätää terveyttä suosiviksi.	3
50	Erotustekniikat voivat mahdollistaa epäterveellisten aineiden suodattamisen ravinnon lisäksi myös verenkierrosta.	3
51	Tarttuvien tautien määrä vähenee, kun kosketuspinnat tehdään antibakteerisiksi.	1
54	Puhdas vesi on terveydelle olennaista globaalisti.	5
56	Kehon jatkuva ja yksityiskohtainen seuranta helpottaa terveyden ylläpitoa. Kyborgimainen säätö voi edesauttaa toimintakykyä normaalia paremmaksi.	10
57	Terveen odotettavissa olevan eliniän piteneminen kasvattaa riskeihin liittyvää huolenpitoa. Terveen eliniän radikaali piteneminen vaikuttaa mahdolliselta.	20
58	Nanohiukkaset ja mikrobitit voivat valvoa ja säätää elintoimintoja sekä parantaa tauteja.	10
59	GMO-lääkkeet ja funktionaaliset elintarvikkeet voidaan tuottaa yksilöllisesti kotona.	5
60	Aikuisten ihmisten perimää voidaan korjata. GMO-ravinnosta voidaan tehdä yksilöllisellä tasolla luonnollista terveellisempää.	10

TKID	Terveys: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
61	Kun ihmisen yksilöllinen solukko kyetään simuloimaan, voidaan varmistaa sen reagointi elintarvikkeisiin, lääkkeisiin ja elintapoihin.	5
62	Soluaineenvaihdunnan ja mikrobiomen sekä perimän ymmärrys ovat välttämättömiä, kun yksilöllisesti epäterveitä elämäntapoja vältetään ja ravinto suunnitellaan yksilölliseksi.	20
63	Vaurioituneiden elinten takaisinkasvatus on tärkeä osa terveyden ylläpitoa. Viljellyt solut voidaan ruiskuttaa vaurioituneiden tilalle.	5
64	Vaurioituneen elimen tilalle voidaan tulostaa uusi.	5
65	Dementia kuuluu yhteiskunnan suuriin rasitteisiin sekä taloudellisesti että yksilötasolla.	20
66	Soluviljelmät voidaan ohjelmoida tuottamaan yksilöllistä ravintoa tarpeen mukaan.	5
67	Yksilöllisen tarpeen mukaisen tuotannon lisääminen ja tuoreuden paraneminen lähivalmistuksen avulla parantaa ruoan terveysvaikutuksia.	3
69	Traumapotilaiden parantaminen helpottuu, jos ihmisen elintoiminnot voidaan pysäyttää hoidon suunnittelun ja organisoinnin ajaksi. Elintarvikkeiden laatu paranee.	3
82	Johdoton sähkönsiirto mahdollistaa energiaa tarvitsevien sensoreiden sijoittamisen ihmiseen.	3
83	Polttomoottorit kasvattavat hengitysilman epäterveellisiä pienhiukkaspitoisuuksia.	3
84	Terveyden ja elämäntapojen pelillistäminen edistää merkittävästi terveyttä.	5
96	Ihminen on sama kaikkialla ja diagnostiikka voi olla sama, kuten myös elintapa- valmennus.	10
99	Terveyteen liittyvien tietojen siirtäminen mahdollistaa vaihtoehtoiset mallit.	1

1.13 Toimintakyvyn avusteet



Arvonluontiverkoston rajausta: Tavoitteena on ihmisen toiminnallisten puutteiden kompensointi ja toimintakyvyn optimointi apuvälineiden ja toimintaympäristön helpottamisen keinoin. Rajauksen sisään kuuluu lasten, vanhusten ja vammaisten hoito. Erilaiset proteesit, muut apuvälineet, kuten silmälasit ja hammasproteesit kuuluvat myös tähän. Rajauksen ulkopuolelle jäävät edellisen arvonluontiverkoston mainitsevat terveyden ylläpidon keinot.

Tärkeimmät arvot ovat toimintakyky arjessa, kustannukset ja hyödyt yhteiskunnalle ja elossa pitäminen. Toimintakyky arjessa voidaan saavuttaa itsenäisesti tai jatkuvan hoidon avulla. Kustannukset ja hyödyt yhteiskunnalle voidaan laskea yhteiskunnan korjaavan panoksen tai saavutettavan työkyvyn ja elinvuosien kautta. Elossa pitäminen saattaa vakavasti sairaiden tapauksessa olla hoitavan organisaation tavoite ilman, että se on yksilön itsensä tavoite.

Transformaation keinot ja arvot: Valtaregiimin toiminta perustuu yhteiskunnan tukemaan laitoshoidon, kotiaivustajiin, omaishoitajiin ja yksinkertaisiin proteeseihin sekä pyörätuoleihin, rollaattoreihin ja muihin apuvälineisiin. Uusia mahdollisuuksia avaavat robotiikka, etiäiset, tekoäly, keinoelimet ja joukkoistus.

Lähes kaikki ihmiset kokevat eläessään erilaisia näkökyvyn heikennyksiä, joita korjataan tavallisesti silmälasilla. Optiikan ja optoelektroniikan kehitys on tuonut mahdollisuuden korjata osan värisokeudesta suodattavien silmälasien tai piilolinssien avulla. Kirurgisin keinoin voidaan korjata silmävaurio lisäämällä keinotekoisia silmähermoja, keinotekoinen verkkokalvo tai keinotekoinen linssi. Näiden implanttien kyvyt tulevat ainakin osittain yllättämään ihmisen luonnolliset kyvyt.

Näkövammaisten käytössä on jo nyt mm. konenäön sovelluksia, joiden avulla he tunnistavat esineitä, tiloja, kulkuväyliä ja ihmisten ilmeitä. Sovellukset voivat selostaa puhumalla, mitä näkövammaisen edessä kulloinkin on tai ohjata kulkua tuntoaistin avulla. Kuulovammaisille on vastaavia välineitä, jotka näyttävät mikrofoniin kuuleman puheen tekstinä tai visualisoivat äänet muulla tavoin. Myös kuulolaitteet kehittyvät ja sisäkorvaimplantteja on jo kehitetty.

Jalka- ja käsiproteesit ovat robotisoitumassa ja ne voidaan kytkeä ihmisen hermostoon tai jopa aivoimplantilla aivoihin siten, että niiden liikkeet noudattavat ajatuksia. Heikkolihasisille ja osittain halvaantuneille on jo tarjolla robottijalkoja, jotka puetaan päälle ja ne vahvistavat kehon omia liikkeitä. Halvaantuneille on myös onnistuneesti kokeiltu hermoimplantteja, joiden avulla hermosignaali on saatu kulkemaan hermoston vaurioituneiden osien ohi.

Sydämentahdistimet ovat tavallisia, mutta monia muita keinoelimiä kehitellään parhailaan. Keinohaima esimerkiksi tuottaa reaaliaikaisesti kehon tarvitseman määrän insuliinia.

Sydämen ympärille suunnitellaan vahviketta, joka tukee heikon sydämen lihastoimintaa. Keinolihasia ja ihonalaisia mittalaitteita sekä lääkannostelijoita kehitetään.

Lapsilla, vanhuksilla ja muilla toimintakyvyltään rajoittuneilla ihmisillä voi jo nyt olla ranneke tai kännykkä, jolla he pyytävät ongelmatilanteissa apua. Tulevaisuudessa sekä heillä että täysin toimintakykyisillä aikuisillakin voi olla henkilökohtainen tekoälyavustaja, joka seuraa ihmisen toimintaa ja varoittaa vaaroista sekä muistuttaa menneistä ja tulevista tapahtumista. Tällainen avustaja voi seurata liikennettä ja muuta ympäristöä, kehon toimintaa ja muiden ihmisten toimintaa.

Tärkeimmät uudistavat arvot ovat hyvän elämän idea, omatoimisuus, aktiivinen vanhuus, omaisten aktiivisuus, tiedostavuus sekä laitoshoidon suuri kustannus.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Nykytilanteessa heikkojalkaisille vanhuksille annetaan rullaattori ja nuoremmille liikuntarajoitteisille motorisoitu pyörätuoli, mikäli toimintakykyä ei kuntoutuksella tai kirurgisin toimin voida palauttaa. Proteesit ovat harvoin robotisoituja, ja toimintakyvyn menetyksestä seuraa hyvin usein eläkkeelle siirtyminen sekä laitoshoido. Toimenpiteet ovat ohjeistettuja ja yhteiskunnan pääosin kustantamia. Uusia keinoja kokeillaan vain vähän eikä niistä laajasti tiedetä.

Yhteiskunta ohjaa hyvin paljon rahaa esteettömään rakentamiseen ja muuhun esteettömyyteen sekä toimintakykynsä menettäneiden henkilökohtaiseen avustamiseen ja laitoshoidoon, mutta varsin vähän toimintakyvyn palauttamiseen uudenlaisten apuvälineiden avulla.

Erilaiset toimintakyvyn puutteet ja rajoitteet koskevat kaikkia ihmisiä heidän elämänsä eri vaiheissa. Sosiaalipalveluiden suorat kustannukset ovat noin 7 miljardia, jotka pääosin aiheutuvat tässä arvonluontiverkostossa tarkoitetuista toimintakyvyn puutteista. Näiden lisäksi toimintakyvyn puutteet aiheuttavat muita kustannuksia. Yksin kotien ja vapaa-ajan tapaturmien välittömät kustannukset ovat lähes miljardi euroa huomioimatta hengenmenetyksien laskennallisia kustannuksia.

Suurimpana yksittäisenä kustannuksia aiheuttavana toimintakyvyn puutteena on mainittava dementioivat sairaudet, joiden kokonaiskulujen arvioidaan olevan noin 4 miljardia. Työkyvyttömyyden aiheuttamat tulonmenetykset ovat noin 8 miljardia euroa.

Apuvälineiden osuus kaikista kustannuksista on niin vähäinen, ettei se erotu tilastoissa omaksi ryhmäkseen vaan on ryhmitelty selkeästi vähäiseksi osaksi lääke- tai tarvikekustannuksia. Vertailun vuoksi todettakoon, että esteettömyys nostaa rakennuskustannuksia laskentatavasta riippuen 100-200 miljoonaa vuositasolla.

Nykyistä toimintamallia säilyttäviä arvoja ovat holhoaminen tai suojele, tasa-arvoinen kohdeltu tarpeenmukaisen sijaan ja hengissä pitämisen ensisijaisuus mahdollistamisen sijaan.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Muutoksen tärkeimmät hyödyt ovat omatoimisen selviämisen lisääntyminen, elämänlaadun kohentuminen, laitostumisen väheneminen, tapaturma-alttiuden väheneminen ja työkyvyn palauttaminen. Uudet apuvälineet vähentävät myös esteettömän rakentamisen ja henkilökohtaisen avun tarvetta. Hyödyt koskevat kaikkia avuntarvitsijaryhmiä ja ulottuvat koko yhteiskuntaan.

Suurimpina riskeinä voidaan pitää muutoksen nopeutta, kokeellisia keinoelimiä ja tekoälyn yllättäviä vaikutuksia. Myös kyberuhkiin tulee kiinnittää huomiota, mikäli ihmisen toimintakyvylle olennaiset laitteet ovat verkkohyökkäyksille alttiita. Esimerkiksi 2017 tietoturvariskien vuoksi takaisinkutsutut jo asennetut sydämentahdistimet herättävät pohteita. Tekoälyn antamat väärät ohjeet tai keinohaiman mahdollisesti antama ylisuuri insuliiniannos aiheuttavat hengenvaaran.

Muutosta hidastaa hoitolaitosten konservatiivinen ja tiukasti säädelty toimintakulttuuri, jonka tärkein arvo on normien täyttäminen. Ihmiset alistuvat helposti etenkin toimintakykynsä heikentyessä. Näkyviä apuvälineitä saatetaan myös karsastaa, jos ne ovat uudentyypisiä. Robottijaloin tai kameran avustuksella kulkeva ihminen saattaa ajatella joutuvansa ikäviin tilanteisiin.

Toimialan julkispainotteisuus, holhoavuus ja ikääntyneisiin potilaisiin kohdistuva saattohoitomainen mentaliteetti eivät ole omiaan edistämään uusien innovaatioiden käyttöönottoa elämänlaadun parantamiseksi. Uusien apuvälineiden omaksuminen ei kunnolla kuulu kenenkään keskeisen toimijan ammatti-identiteettiin. Lääkärikunnan on paljon helpompi perehtyä uusiin lääkkeisiin suuren lääketeollisuuden sitä edistäessä kuin uusiin pienten ja heikosti edustettujen apuvälineyritysten tuotteisiin.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Nousevia ja uusia ammatteja ovat mm. proteesinsäätäjä, proteesitulostaja, AI-avustajan ja AI-valvojan ohjaaja, etiäislähiavustaja, etiäiskauko-ohjaaja, escort-seuranpitäjä, keinoelinkasvattaja, keinoelintarkastaja ja aivoimplanttien konfiguroija. Uudet ammatit liittyvät apuvälineiden säätämiseen, konfigurointiin ja sovittamiseen, automaation luomaan sosiaaliseen tyhjiöön sekä etiäisavustustyöhön ja keinoelimiin.

Muutoksen säädöstavoitteet: Tärkeimpiä säädöstavoitteita ovat yleinen apuvälineiden aseman kohentaminen suhteessa mm. esteettömään rakentamiseen ja erityisesti robottiraajojen edistäminen, varhaisen vaiheen dementikkojen avustaminen tekoälyn keinoin, kuntoutuksen digitalisointi ja pelillistäminen, joukkoistusavun alustojen tukeminen, etiäisapuvälineiden sisällyttäminen tuen piiriin sekä näkövammaisten tekoälyyn ja laajennettuun todellisuuteen liittyvien avustimien edistäminen.

Kansalliset erityispiirteet: Terveysteknologian merkitys on Suomessa poikkeuksellisen suuri sekä nopeasti vanhenevan väestön, hyvätasoisien sosiaaliturvan, korkean alan koulutustason että viennin ansiosta.

http://www.thl.fi/attachments/tapaturmat/tapaturmatilanne_liite3.pdf

https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134862/Tr26_17.pdf?sequence=4

TKID	Toimintakyvyn avusteet: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Masennuksen, muistihäiriöiden, proteesien kannalta ajatusten luku ja muokaus ovat hyvin olennaisia kehityskohteita.	5
2	Perinnöllisten tautien ja taipumusten selvittäminen edellyttää DNA:n lukemista.	5
3	Toimintakyvyn puutteita voidaan korjata kehon tilaa seuraamalla ja esimerkiksi lääkitsemällä tai pyytämällä automaattisesti apua tarvittaessa.	10

TKID	Toimintakyvyn avusteet: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
5	Oman toimintakyvyn vajausta voidaan auttaa materiaaleja tunnistavan laitteen avulla. Kyse voi olla aistien tai kognitiivisten kykyjen kompensoinnista.	3
6	Ympäristöä hahmottavista koneista on hyötyä näkövammaisille ja monille muille toimintakyvyltään rajoittuneille. Kuvantaminen on olennainen osa hahmontunnistusta.	3
11	Puheteknologia on tärkeä apu kuuroille, mykille ja näkövammaisille eri syistä.	10
12	Tekoäly voi avustaa toimintakyvyn puutteissa kuten aistivammoissa, osana erilaisia proteeseja ja yleisenä neuvonantajana vaikkapa muistihäiriöisen apuna.	5
14	Kasvojen ja emotioiden tunnistus auttaa näkövammaisia.	3
16	Ympäristön mallinnus on näkövammaisille ja liikuntarajoitteisten apuvälineille olennainen.	3
17	Proteesien ja muiden apuvälineiden tulostukseen tarvittava sovituskohdan mallinnus.	1
19	Laseilla voidaan esimerkiksi korjata punavihervärisokeutta, hämäräsokeutta ja hahmotuskyvyt tai tarkkaavaisuuden puutteita.	3
20	Virtuaalimaailmassa ja etäisten avulla ihminen kykenee kokemaan ja tekemään monia sellaisia asioita, joihin hän on fyysisessä maailmassa kykenemätön.	3
21	Toiminnalliset proteesit ja eksoskeleton perustuvat osittain liikeohjaimiin ja haptiikkaan.	3
23	Tekoälyn tehostuessa ja "keventyessä" sillä voidaan tukea yhä vähäisempiä puutteita.	3
25	Kehon sisään sen osaksi pysyvästi sijoitettava elektroniikka mahdollistuu.	10
27	Heikkojalkaiset ja jopa alaraajahalvauspotilaat saadaan kävelemään.	10
28	Toimintakyvyn puutteet eivät estä robottihenkilöauton itsenäistä käyttöä.	10
29	Toimintakyvyn puutteet eivät estä itsenäistä tavaroiden kuljetusta.	5
37	Toiminnalliset käsi- ja jalaproteesit kehittyvät nopeasti.	1
38	Yksilöllisten proteesien valmistus helpottuu 3D-tulostuksen avulla.	1
42	Toimintakyvyiltään rajoittuneiden etäispalvelut helpottavat selviämistä arjessa.	3
46	Proteesien ja apuvälineiden keveys ja lujuus ovat tärkeitä ominaisuuksia.	3
53	Proteeseista ja tukirangoista saadaan yhä luontevampia keinolihasavusteita.	5
56	Keinoelimet ja proteesit palauttavat toimintakyvyt ja lisäävät ominaisuuksia.	20
57	Mahdollisuus ikääntymiseen liittyvien ongelmien parantamiseen on olemassa.	5
58	Mikrobotit voivat korvata elintoimintojen puutteita.	3
59	GMO-porsas voidaan kasvattaa siten, että sen elimet kelpaavat ihmiselle.	3
60	GMO-keinoelinten kasvatus edesauttaa toimintakyvyn palautusta.	5
62	Kehon toimintakyvyn puutteita voidaan kompensoida keinotekoisesti, kun toimintamekanismit ymmärretään riittävän hyvin.	10
63	Toimintakyvyn puute voidaan korjata puutetta kompensoivalla viljellyllä solukolla, jos keho ei itse kykene tarvittavaa solukkoa tuottamaan.	3
69	Elinsiirrot helpottavat sallitun kuljetusajan pidentyessä kryogeniikan tehostuksessa.	3
73	Tukirangat ja monet proteesit edellyttävät tehokkaita akkuja.	5
82	Keinoelinten ja proteesien tarvitseman energian johdoton siirto on olennainen hyöty.	3
84	Pelillistäminen voi auttaa henkisesti rajoittuneita tekemään järkeviä valintoja.	1

TKID	Toimintakyvyn avusteet: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
86	Mikrorahoitus voi edistää hankkeita, joilla lainan saajan työkyky palautuu. Tämä on erityisen merkityksellistä alueilla, joilla sosiaaliturva on heikko.	1
88	Monet ihmiset saattaisivat palata työkykyisiksi ohjauksessa, joka ottaa huomioon heidän tunnetilansa ja osaamistasonsa sekä opastaa aina välittömästi tarvittaessa.	3
91	Toimintakyvyltään rajoittunut saattaa selvittää kotonaan hyvin ja kyetä tekemään monia hyödyllisiä asioita verkon välityksellä.	3
92	Robottien käyttö proteeseina, tukirankoina ja muutoin apuna helpottuu.	3
93	Koneet avustavat toimintakyvyltään rajoittunutta kauppa-asioissa.	3
94	Toimintakyvyn turvaaminen saattaa vaatia pilvipalvelun apua ja nopean yhteyden siihen.	1
96	Globaalin tekoälyn osuus toimintakyvyn palauttamisessa on rajallinen.	3

1.14 Havainnot ja tietäminen



Arvonluontiverkoston raja: Tämän arvonluontiverkoston tarkoitus on tuottaa ihmiselle luotettavaa tietoa häntä kiinnostavista asioista. Rajauksen sisään kuuluvat sekä yksilön omat, suorat havainnot ja mittatiedot että muilta ihmisiltä suoraan tai median kautta saadut tiedot. Rajauksen ulkopuolelle jäävät proseduraaliset taidot ja kyky kokonaisuuk-sien hahmotukseen. Tiedoilla tarkoitetaan kaikkia mahdollisia havaintoja ja tulkintoja näistä mukaan lukien ihmisten keksimät tarinat ja virtuaalitodellisuuden tapahtumat.

Tärkeimmät arvot liittyvät tiedon relevanssiin, uskottavuuteen ja yllättävyyteen. Tiedon relevanssi määräytyy tilanteen ja tarpeen mukaisena hyödyllisyytenä. Tieto auttaa esimerkiksi tilannekuvan luonnissa tai valtapyrkimyksissä. Uskottavuus voi syntyä tietolähteen auktoriteetista, esitystavasta tai kokemuksesta. Uskottavuus on usein tärkeämpi tiedon ominaisuus kuin tiedon paikkansapitävyys. Tietoon voidaan luottaa sen käytännöllisyyden tai retorisen vaikuttavuuden vuoksi. Yllättävyys on se, joka on uteliaisuuden takana ja, joka usein johtaa uhkien ja mahdollisuuksien uudelleentarkasteluun.

Transformaation keinot ja arvot: Valtaregiimin mukainen tieto saadaan organisaatioiden keräämänä ja median julkaisemana. Luotettavuus perustuu siihen, minkälainen organisaatio tai henkilö tiedon välittää. Suoria aistihavaintoja saamme vain silmämääräisesti lähipiiristä ja harvoina kokemuksina elintarvikkeista ja tavaroista. Meillä on taipumus luottaa esimerkiksi televisiosta näkemäämme kuvaan ikään kuin itse olisimme kuvan esittämän tahtuman nähneet.

Maailma on muuttumassa välittömäksi ja näennäisesti suoraksi. Tutkimukset julkaistaan heti luonnoksina, ennen vertaisarviointia. Viestit ovat usein jopa tarkoituksellisesti harhaanjohtavia ja meille saatetaan yksilöllisesti näyttää viestejä, jotka näyttävät arvostetuilta joukkoviestimiltä. Tavoitamme toisaalta helposti muita ihmisiä vertaisviestimien avulla ja vertaamme havaintojamme aktiivisesti.

Myös hakukoneet ja tekoälyt auttavat meitä arvioimaan vastaanottamiemme viestien totuudellisuutta. Lähiympäristöstä ja muista meitä kiinnostavista asioista saamme runsaasti hakutuloksia erilaisilla hakukoneilla. Mittalaitteilla voimme tutkia ympärillämme olevia asioita ja verrata tuloksia yhteistyöverkostoissa muiden samoista ilmiöistä kiinnostuneiden ihmisten kanssa.

Mittalaitteet kehittyvät ja kuluttajistuvat nopeasti. Optisin keinoin tunnistetaan materiaaleja ja ainekoostumuksia. Infrapunaspektrometri esimerkiksi on jo saatavana sekä älypuhelimien lisävarusteena, että vakiovarusteena. DNA-lukijat muuttuvat tulevaisuudessa kotitaloustarvikkeiksi, ja monet muut optiset, biomekaaniset ja elektroniset laitteet tekevät meille hyvin helpoksi tunnistaa molekyylikoostumuksia ravinnossa, ympäristössä ja vaikkapa muiden ihmisten hengityskaasuissa. Rakenteissa olevia heikkouksia tai ihmisten perinnöllisiä ominaisuuksia opimme myös tunnistamaan arkisin välinein.

Tekoäly tulkitsee kasvojen ilmeistä ja eleistä taipumuksia, aikomuksia ja tunteita. Joukkoistus tuottaa verkkoon kuvia lähes kaikista ihmisistä, paikoista ja kiinnostavista tilanteista. Hakukoneiden ja sosiaalisen median avulla löydämme alkuperäislähteitä ja saamme niihin suoran yhteyden. Alustojen tilastoista näemme myös kuinka laajasti asiat ovat muita ihmisiä kiinnostaneet. Maastoa kartoittavat joukkoistetut kamerat kertovat marjapaikat, sienien sijainnit ja helpot kulkureitit. Vertaiskokemukset kertovat meille myös hotellien, ravintoloiden, virastojen ja lukuisten muiden palveluiden sekä erilaisten tavaroiden laadun.

Väärän tiedon jakaminen muuttuu yhä helpommaksi. Videofilmi voidaan jo nyt väärentää vähin resurssein. Kohteeksi valittu ihminen saattaa videolla tehdä tai puhua asioita, joita hän ei koskaan todellisuudessa tekisi tai sanoisi. Väärän tiedon havaitseminen vääräksi on myös entistä helpompaa, mikäli tietoa osataan epäillä vääräksi. Sosiaalisen median avulla perinteisen median ja vallanpitäjien virheet tulevat näkyviin aiempaa paremmin. Toisaalta

sosiaalisen median ja hakukoneiden avulla on mahdollista kietoutua virheellisten tai toispuolisten tietojen kuplaan, jos kyky erottaa vääristelty ja puutteellisuudessaan harhainen tieto todesta on heikko.

Tärkeimmät muutosta edistävät arvot liittyvät ihmisen sosiaaliseen uteliaisuuteen ja kiinnostukseen lähialueistaan. Ilmiötä lisää myös epäluulo auktoriteetteja kohtaan. Pelot ja normaali varovaisuus lisäävät itsenäistä halua asioiden selvittämiseen. Selvityshalua lisää myös sosiaalista mediaan voimaannuttava halu olla hyödyksi. Monille helpoin keino hyödyksi olemisen kokemukseen on omien havaintojen tai verkosta hakukoneiden avulla löytyneen tiedon kertominen.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Pääosa ihmisten saamasta tiedosta tuotetaan nykyisin perinteisen median, tutkimuslaitosten, viranomaiskoneiston ja oman silmämääräisen havainnoinnin avulla. Paradigma perustuu sertifioituun tietoon. Sosiaalisen median tietokin on pääosin perinteisen median ensin välittämää; some-keskusteluissa yleisimpänä puheenaiheena on median ensin julkaisema, toimituksellinen tieto.

Perinteinen media julkaisee toimittajiensa ja avustajiensa laatimia juttuja. Pääpaino on ajankohtaisilla asioilla. Media hankkii tietonsa lähes aina asiantuntijoilta, julkisen vallan ja yritysten edustajilta. Osa tiedosta on puettu viihteen asuun. Esitysteknisin keinoin saadaan tiedot tuntumaan tärkeiltä, vaikka ne eivät koskettaisi ihmisen omaa tilannetta tai elinpiiriä.

Medialle keskeistä on kanavakilpailu eli kilpailu niistä lukijoista ja katsojista, jotka seuraavat kyseistä mediaa. Tärkein viestinnän keino niin tuotteiden ja palveluiden myyjille kuin erilaisten aatteiden edistäjille on mainonta ja esiintyminen kohderyhmien seuraamisissa sisältökanavissa. Tiedonvälityksen rahoittaa osin viestin lähettäjä esimerkiksi mainosrahoitteisissa tai julkisen vallan verovaroin tuottamissa medioissa ja osin vastaanottaja itse.

Tutkimuksellinen tieto syntyy tutkimuslaitoksissa, tuotekehitystä tai markkinatutkimusta tekevässä yrityksissä ja yritysten viranomaiselle kerääminä. Julkisin varoin kerätty tieto on yhä useammissa tapauksissa niin kutsuttua avointa dataa ja yksityisten toimijoiden jatkojalostettavissa. Karttatieto on tästä hyvä esimerkki. Suurin osa julkisin varoin kerätystä tiedosta ei kuitenkaan käytännössä ole saatavilla, koska se sisältää yritysten ja kansalaisten luottamuksellisia pidettäviä asioita tai tietoja ei muusta syystä ole haluttu luovuttaa laajempaan käyttöön.

Ihmiset viettävät Suomessa aikaa erilaisten medioiden parissa 7,5 tuntia vuorokaudesta. Merkittävä osa kulutetusta mediasisällöstä on viihdettä. Informaatio- ja viestintäpalveluala työllisti palvelualojen työnantajien mukaan 100 tuhatta henkeä vuonna 2016 ja sen tuotos oli noin 20 miljardia euroa. Valtion suora rahoitus tutkimuslaitoksille on noin kaksi miljardia. Tämä ei sisällä yritysten ja kuntien itse rahoittamaa tutkimustyötä eikä normaalia viranomaisten tekemää ja yritysten velvoitteeksi määrättyä tiedonkeruuta. Tietojen kerääminen kuuluu osana lähes kaikkien työnteekoon.

Nykyisen valtaregiimin säilyttäviä arvoja ovat ennen kaikkea auktoriteetti-usko, riippuvuus nykyisistä tietolähteistä sekä uutisten ja tietojen luonne rauhoittavana viihteenä, kun ongelmat ovat entisenlaisia ja etäällä omasta arjesta.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Kun ihminen saa välittömästi omaan lähiympäristöönsä liittyvää ajantasaista tietoa, on sen relevanssi huomattavan suuri verrattuna yleiseen ja ajoittain kerättyyn tietoon. Tiedot omaan kehoon, elintarvikkeisiin ja ympäristöön liittyen auttavat ymmärtämään konkreettisia tapahtumien syitä ja seurauksia ja välttämään haittoja tavalla, johon yleiset tilastoihin perustuvat suositukset eivät kykene.

Selkeä tieto muista ihmisistä helpottaa vuorovaikutusta heidän kanssaan. Suora pääsy havaintoihin, tietojen alkuperäislähteille, tietoarkistoihin ja vertaiskokemuksiin parantavat käytettävissä olevien tietojen laatua sekä niiden uskottavuutta. Mahdollisuus valita itse saamansa tiedot ja niiden esitystapa vähentää vaaraa siitä, että erilaiset välikädet, olivatpa he tutkijoita, viranomaisia tai kauppiaita, muokkaisivat tietoja tai karsisivat niitä palvelukseen omia tarkoitusperiään.

Muutokseen liittyy paljon riskejä. Omatoiminen tiedonhaku lisää vaaraa siitä, että ihmiset ryhmytyvät vahvistamaan toistensa virheellisiä käsityksiä. Monien alustojen globaali luonne kasvattaa myös riskiä ulkopuolisten tahojen puuttumisesta tiedon kulkuun. Systemaattinen vieraiden valtiollisten toimijoiden suorittama viestinnän vääristely ja häirintä ovat jo nyt huomattavaa toimintaa. Riskinä on pidettävä sitäkin, ettei ihmisillä aina ole kykyä tulkita suoria havaintojaan tai asettaa niitä mittasuhteisiin. Myös omatoimisessa tiedonhankinnassa käytetyt välineet saattavat olla viallisia tai heikkolaatuisia ja alkuperäisiksi luullut tietolähteet väärennetyjä.

Muutosta hidastaa riippuvuus olemassa oleviin tietolähteisiin ja rutiinimaiseen toistoon. Sosiaaliset verkostot ja niissä käyty keskustelu pakottavat osalliset seuraamaan valtavirtaa. Tiedon keräily- ja jakelutavat ovat vakiintuneita ja monelta osin viranomaisten normittamia ja julkisin varoin tuettuja. Tekoälyn ja henkilökohtaisten agenttien yleistymistä hidastaa Suomen pieni kielialue.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Suurimmat työtä muuttavat ilmiöt ovat mittalaitteiden arkipäiväistyminen, tiedon joukkoistuminen ja tekoäly. Muutoksen seurauksena vahvistuvia ja uusia nousevia ammatteja ovat esimerkiksi Big Data -analyttikko, tiedon mallinnan analyttikko, data-arkkitehti, ristiriitaisen tiedon selvittäjä, tiedonhankinnan joukkoistaja, lähdeanalyttikko, kontekstimallintaja, mittalaitetarkastaja, tekoälykasvattaja, virtuaaliopas, sienestys- ja marjastusetäopas, superkykyvalmentaja, digimateriaalin tuottaja, valheenpaljastaja ja faktantarkastaja.

Muutoksen säädöstavoitteet: Kuluttajien valmiuksia vaarojen itsenäiseen tunnistamiseen tulisi lisätä samoin kuin valmiuksia elintarvikkeiden, oman kehon tilan ja ympäristön valvontaan. Viranomaistoimintaa tulisi ohjata tätä havainnointia tukemaan sen sijaan, että reguloidaan ja valvotaan vain keskitettyjä prosesseja.

Kiinteistöjen, kuntien ja maatilojen tulisi tuottaa IoT-laitteiden avulla tietoja Big Data -analytiikan sekä kansalaisten ja yritysten paikkatietosovellusten tarpeisiin. Big Datan osalta keräilyvelvoite ja luovutusvelvoite tulisi tarkastella kansalaisten saaman hyödyn näkökulmasta ja suhteessa globaaliin joukkoistukseen. Joukkoistetun tiedon alustojen vastuuttamista esitettyjen tietojen laadun varmistamiseksi tulisi selvittää.

Tarkoituksellinen harhaanjohtaminen tosiasioita selkeästi vääristelemällä niin poliittisessa, taloudellisessa, sotilaallisessa kuin uskonnollisessa tarkoituksessa tulisi sanktioida.

AI-assistentit tulisi rinnastaa proteeseihin eikä niiden käyttöä saisi voida estää yksityisyyteen tai muihin aineettomiin oikeuksiin vetoamalla.

Kansalliset erityispiirteet: Suomi on pieni kielialue. Tekoälyn tutkimus on korkealla tasolla, koulutustaso on korkea ja tietoteknisen infrastruktuurin taso on korkea.

<https://www.palta.fi/informaatio-ja-viestinta-22017/>

TKID	Havainnot ja tietäminen: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Itsetuntemuksen ja havaintojen arkistoinnin kannalta ajatusten luku on olennainen. Sensoritiedon ja tekoälyn suora syöttö aivoihin nopeuttaa ja rikastaa tiedonsaantia.	10
2	DNA-luku helpottaa ihmisten ja eliöiden taipumusten selvittämistä, ihmisten tunnistamista ja DNA-kirjoitus tietojen massiivista varastointia.	20
3	Itsetuntemus kehon syihin ja seurauksiin eri olosuhteissa, kehon rajojen oppiminen.	5
4	Kaasujen ja nesteiden tunnistus: Ympäristötuntemus lisääntyy yksilötasolla. Joukkoistetun tutkimustiedon kerääminen helpottuu ja monipuolistuu.	10
5	Materiaalitutka on suora tapa saada tietoa esineiden, kasvien, ruoka-aineiden, tavaroiden ja ympäristön molekyylikoostumuksesta.	10
6	Nähdään paikkoihin, joita ei muutoin voisi nähdä. Tiedetään, missä ollaan. Kuvantaminen auttaa robottia kertomaan sijaintinsa ja tunnistamaan asioita, joita ihminen ei tunnista.	10
7	Tietoisuus ympäristöstä materiaalitutkan avulla, kyky viestiä nopeasti läheisten tukiasemien kautta.	5
9	Materiaalitutka perustuu osittain plasmoniikkaan.	3
10	Femtolasereita, DIAL-lasereita, laser-etäisyysmittausta ja hiukkaskiihdyttimiä käytetään hyvin monenlaisten tietojen hankkimiseen sekä läpivalaisun että heijastusten avulla.	5
11	Kyky seurata vieraskielisiä tekstejä ja puhetta on olennainen tietolähde erityisesti matkaillessa, mutta myös muutettaessa vieraskieliselle alueelle ja tutustuttaessa muihin kulttuureihin.	5
12	Tekoälyn merkitys havaitsemisen apuna on erittäin suuri. Tekoäly saavuttaa monissa tehtävissä asiantuntijan tason ja on maallikolle erittäin suuri apu.	20
13	Sovellusten runsaus kasvaa ja laatu etenkin havaitsemisen kapeissa segmenteissä paranee valmiiden alustojen ansiosta. Osaamisalueiden yhdistely helpottuu.	3
14	Suuri osa ihmisistä ei kykene kunnolla lukemaan muiden ilmeitä eikä muista tai tunne kasvojakaan. Apuväline näiden tulkitsemiseen on monissa tilanteissa hyödyllinen.	5
15	Tekoälyassistentit ovat erityisen hyödyllisiä, kun ne tuntevat käyttäjänsä tarpeet ja tilanteet ja seuraavat jatkuvasti ympäristöä ja osoittavat tärkeitä huomioita.	5
16	Koostettu paikkatieto ympäristön tapahtumista eri tahoilta saatuna tuottaa tekoälyn avulla erittäin hyvän kokonaiskuvan syy-seuraussuhteineen hyvin monesta asiasta.	5
17	Erilaisten esineiden 3D-mallit ja niistä tuotettu oppimateriaali auttaa meitä tekoälyn avulla tunnistamaan esineet.	3
18	Mittatietojen ja tunnistettujen kuvien joukkoistettu syöttäminen johonkin käyttäjiensä hyödylliseksi kokemaan sovellukseen opettaa tekoälyä tuottamaan tietoa.	5

TKID	Havainnot ja tietäminen: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
19	Paikkatietoa voi lisätä näkökenttään. Yhdistettynä tekoälyyn ja sensoritietoon lasit voivat esimerkiksi näyttää ympäristön lämpökartan, materiaalit, ääniaallot, ihmisten emootiot.	3
20	VR-lasien avulla voidaan tutustua tiedollisesti rikastuttaviin virtuaalimaailmiin.	3
22	IoT-laitteiden määrä kasvaa nopeasti, kuten saatavilla olevan datan määrä. Mahdollisuus havaita uusia yksityiskohtia ja korrelaatioita riippuu siitä, tallennetaanko ne.	10
23	Yhä laajemmin käytettävä ja nopeammin oppiva tekoäly auttaa huomaamaan enemmän.	10
24	Julkisen salauksen murtaminen avaa suuren määrän yksityistä tietoa saataville.	10
25	Grafeenista tehdyt lähettimet, näyttölaitteet, valokennot ja linssit sekä optoelektronikan muut sovellukset sekä optisen laskennan komponentit.	10
26	Materiaalien tunnistaminen, biologisten ja kemiallisten ilmiöiden simulointi ja ennakointi tuottavat paljon tietoa, mutta vaativat nykyistä enemmän laskenta-tehoa.	5
28	Robottiautot keräävät liikenteen ympäristöstä erittäin suuren ja yksityiskohtaisen tiedon jatkuvasti.	5
30	Kopterivalvonta monipuolisilla mittalaitteilla tuottaa hyvin suuren määrän tietoa.	5
32	Jatkuvasti 20-30 km korkeudella lentävät laitteet voivat helposti kuvata urbaania aluetta jatkuvasti varpusen tarkkuudella. Tekoäly voi päätellä kuvista todella paljon.	10
33	Autonominen vesiliikenne kasvattaa erityisesti meriltä saatavaa tietoa.	1
35	Satelliittien lisääntyminen ja kameratekniikan sekä muiden mittalaitteiden parantuminen lisää tietoa sekä avaruuden että maanpinnan ja ilmakehän tapahtumista.	3
36	Halpojen kyberhyönteisten parvet voivat kartoittaa ympäristön hyvin nopeasti ja pikkutarkasti.	5
41	IoT-laitteet ja tavaravirrat tuottavat hyvin suuren määrän dataa, jonka tekoäly kykenee jalostamaan toimenpide-ehdotuksiksi, ennusteiksi ja mielekkäiksi havainnoiksi.	10
42	Robotisoitu valvonta- tai kartoituspalvelu.	3
46	Kevyet ja lujat materiaalit mahdollistavat autonomisia laitteita, jotka kartoittavat ympäristön ominaisuuksia.	1
50	Erotustekniikoiden avulla saadaan ympäristöstä tietoa.	1
53	Keinotekoiset lihakset mahdollistavat kyberhyönteisten ja muiden pienten tietoa keräävien, liikkuvien robottien energiatehokkaan liikkumisen ja massatuotannon.	1
55	Atomitasoisen simulointi tarjoaa perinteisiä menetelmiä radikaalisti nopeamman tavan uusien ilmiöiden löytämiseen ja uudenlaisten mittalaitteiden kehittämiseen.	5
56	Elektroniikan lisääminen kasveihin, eläimiin ja ihmisiin kasvattaa tietämystä elintoiminnoista sekä yksilötasolla että yleensä.	5
58	Mikrobotit voivat kerätä ja lähettää tietoa ihmisten ja eläinten elintoiminnoista.	3
61	Elämän simuloinnin avulla synnytetään valtava määrä tietoa.	5
62	Ymmärryksen lisääntyminen soluaineenvaihdunnasta ja mikrobiomesta auttaa hankkimaan lisää tietoa elinympäristöstä.	3

TKID	Havainnot ja tietäminen: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
64	Soluviljelyn ja elimen 3D-tulostuksen avulla saadaan aikaan koe-elimiä, joihin voidaan testata lääkkeitä tai myrkkyjä ja oppia niiden vaikutuksista.	3
65	Dementian hoito auttaa havaitsemaan/muistamaan havainnot.	1
69	Aivot voidaan pakastaa ja säilyttää ihmisen muisti myöhemmin luettavaksi.	5
70	Maastossa ja vesistöissä autonomisesti liikkuvat laitteet ja itsenäiset tietoliikenteeseen yhdistetyt havaintolaitteet tullevat lisääntymään.	3
73	Autonomiset havaintovälineet ja paikalleen asennetut sähköverkon ulkopuoliset ja myös aurinkoenergialla toimivat laitteet edellyttävät tehokkaita akkuja.	5
82	Johdoton sähkönsiirto helpottaa sensoreiden sijoittamista kaikkialle.	3
84	Pelillistetyn sovelluksen operoija saa suuren määrän käyttäjätietoa haltuunsa.	3
87	Käänteisen opetuksen avulla selitys yhä useampaan asiaan on aina saatavilla.	3
88	Robottivälitteisessä työssä ja alustatyössä syntyy suuri määrä informaatiota.	3
89	Anonyymit verkot auttavat tietovuodoissa ja salausta luottamuksellisen tiedon hankinnassa.	3
90	Alustat ovat merkittävä informaatiolähde tekemisestä, valinnoista ja kiinnostuksesta.	3
91	Alustan yläpuolelle kertyy hyvin paljon tietoa, josta alusta jakaa käyttäjilleen lähinnä kysyntä- ja luottamustietoa.	3
92	Modulaarisuus mahdollistaa moninaisten mittalaitteiden kytkemisen robotteihin.	3
93	Koneiden ja älykkäiden assistenttien käydessä kauppaa siitä kertyy hyvin huomattavasti vertailutietoja ja tapahtumatietoja.	1
94	5G-verkko mahdollistaa hyvin suuren IoT-laitemäärän kytkemisen edullisesti ja suurten tietomäärien siirtämisen sekä alhaisen latenssin. Se siis auttaa tiedon keräämistä.	5
95	Pilvipalvelut auttavat jalostamaan kerättyä tietoa ymmärrettävään muotoon.	3
96	Informaatiota keräävät sensorit ovat aina paikallisia, mutta niiden antamien tietojen tulkinta ja oppiminen voi tapahtua globaalisti.	5
97	Lohkoketjut ovat luotettavampia globaalisti kuin paikalliset rekisteriviranomaiset.	1
98	Peukutusjärjestelmien avulla alustoihimme kertyy laaja tieto mieltymyksistä.	3
99	GDPR rajaa voimakkaasti yksilön mahdollisuutta tietää muista ihmisistä jotakin.	5
100	VR/AR-lasit tuovat näkyville kaikien simulaatioiden, IoT-laitteiden, tekoälyn ja materiaalitutkien tiedot ja kirjaviisaudet juuri niiden kohteissa. Alustat vakioivat sisällön.	10

1.15 Osaaminen ja sen näyttö



Arvonluontiverkoston raja: Tämän arvonluontiverkoston tärkein päämäärä on tarpeenmukainen osaaminen ja sen näyttö. Rajauksen sisällä ovat proseduraaliset ja systeemiset taidot, kyky kokonaisuuden hahmotukseen sekä taidot tietojen ja osaamisen hankkimiseen. Osaamisen näyttö tarkoittaa sekä taitojen, tietojen että ymmärryksen osoittamista niille, jotka samat asiat itsekin osaavat, mutta erityisesti osaamisen näyttö niille, jotka asiaa eivät osaa. Usein asiaa ymmärtämättömän tulisi vakuuttua siitä, että osaaja hallitsee esillä olevan tehtävän. Rajauksen ulkopuolelle jää tietolähteistä tai havainnoimalla saavutettava informaatio ja sen yhteenvedot.

Tärkeimpiä arvoja ovat osaamisen tunnistettavuus, merkitysten ymmärtäminen sekä proseduraaliset ja menetelmälliset taidot. Lukuisiin ammatteihin vaaditaan määrätty koulutus tai näyttötutkinto, toisiin riittää muutoin osoitettu ammattitaito. Monet proseduraaliset ja systeemiset taidot ovat laajan harjoittelun ja taipumusten yhdistelmä ja ne ulottuvat voimaleikeistä suunnittelutaitoihin. Merkitysten ymmärtämiseksi on tunnettava kokonaisuus ja siihen liittyviä vuorovaikutuksia, mutta kyttävä myös hahmottamaan kulloinenkin tilanne.

Transformaation keinot ja arvot: Oppilaitoksissa tapahtuva opettaja-, lukemis- ja kirjoitustehtäväkeskeinen koulutus on perinteisesti ollut tärkein osaamisen ja ymmärryksen tuottaja. Tietotekniikka on mahdollistanut oppimateriaalien laajan saatavuuden lisäksi opetustilanteiden ajasta ja paikasta riippumattoman seurannan.

Opetuksesta voidaan yhä useammin siirtyä oppimiseen yrityksen ja erehdyksen avulla. Simulaattoreissa voidaan kokeilla omia taitoja ja havaintokykyä oppimisen kannalta kulloinkin sopivalla vaativuustasolla. Tekoäly voi korjata suoritusta ja tarjota oppimiselle riittävästi motivoivia virikkeitä. Tekoäly ja simulaattorit voivat myös automaattisina testiympäristöinä auttaa todistamaan riittävän osaamisen.

Tietoverkoissa on sekä maksullisina että maksuttomina koulutuksina ladattavissa kouluai-
neiden ja yliopistokurssien luennot, harjoitukset ja oppimateriaalit lukuisten eri oppilaitos-
ten, kaupallisten organisaatioiden ja kolmannen sektorin toimijoiden toteuttamina. Erityi-
sen laajaa tarjonta on englannin kielellä. Monet oppilaitokset tarjoavat verkkokurssit mak-
sutta seurattaviksi, mutta veloittavat tutkinnoista.

Osa oppilaitoksista on vähittäin siirtymässä niin kutsutun käännetyin opetuksen malliin,
jossa selittävät tai johdattelevat luennot korvataan itsenäisesti katsottavilla opetusvi-
deoilla. Harjoitustehtävät ja ryhmätyöt suoritetaan valvotusti koulussa. Kun harjoitukset
tehdään tietokoneilla, on harjoituksia valvovan ohjelmiston mahdollista kiinnittää opetta-
jan huomiota niihin oppilaisiin, jotka tarvitsevat opettajan erityishuomiota. Sama valvova
ohjelmisto voi ohjata muita itsenäisessä oppimisessa.

Simulointi ei ole opetusmenetelmänä uusi, mutta sitä on käytetty verrattain vähän. Tieto-
koneiden ja ohjelmistojen kehittyessä simulointi tarjoaa mahdollisuuden havainnoida yhä
useampien eri ilmiöiden dynamiikkaa ja kausaalisuhteita. Oppilas voi mennä ilmiön sisään,
vaikuttaa tapahtumiin ja katsoa, mitä sen seurauksena tapahtuu. Fysiikan ja kemian lisäksi
voidaan simuloida koneiden toimintaa, luonnon, ihmisten tai talouden vuorovaikutuksia ja
historian tapahtumia. Kun simulaatioista tehdään pelillisiä ja annetaan oppilaille tavoit-
teita, tapahtuu pelien kaltaista nopeaa ja motivoitunutta oppimista ilmiöiden syvätasolla.

Simulointiin ja asioiden hahmottamiseen auttavat myös uudet havaintovälineet. Virtuaali-
lasien avulla voidaan tutkia tiloja ja tapahtumia kolmiulotteisesti. Virtuaalimaailmassa asi-
oiden siirtely vaikuttaa astetta todellisemmalta kuin samojen asioiden katsominen kuva-
ruudulta. Monet asiat muuttuvat helpoiksi hahmottaa, kun ne nähdään luonnollisella ta-
valla. Laajennetun todellisuuden lasit auttavat myös oppimista ja simulointia näyttämällä
havainnollisia ja niiden liikkeitä virtuaalisesti useille ihmisille samanaikaisesti heidän
normaalissa ympäristössään.

Käsillä tekemistä laajennetun todellisuuden lasit opettavat paremmin kuin mikään aiempi
tapa. AR-lasit voivat esimerkiksi näyttää pianonsoiton opiskelijalle haamukädet oikeassa
asennossa juuri siinä, missä käsien kulloinkin tulisi olla. Erilaisten kuvantamisvälineiden
avustuksella lasit voivat myös näyttää ympäristön tilan. Esimerkiksi äänilähteiden, lämmön
tai sähkökentän näkeminen AR-lasien avulla reaaliaikaisesti sijaintipaikkojensa ominaisuu-
tena auttaa oppilasta yhdistämään havaintojaan tähän tietoon ja hahmottamaan ongelmat
ja ilmiöt itsenäisesti.

Tekoäly ja monet uudet mittalaitteet ja hakukoneet vähentävät välineellistä osaamistar-
vetta. Osaamista ei ole yksin se, että esimerkiksi taitaa jonkin vieraan kielen kieliopin hyvin
vaan myös se, että osaa käyttää mahdollisimman tarkoituksenmukaisia työkaluja kielentar-
kistukseen. Osaaminen muuttuu entistä enemmän kokonaisuuksien ja merkityksien sekä
työvälineiden pragmaattiseksi hallinnaksi. Oppimaan oppiminen ja osaamisverkoston sekä
ymmärrystä auttavien työkalujen merkitys kasvaa.

On ilmeistä, että osaaminen kerätään tulevaisuudessa yhä useammasta eri lähteestä ja se
myös vanhenee aiempaa nopeammin. Perusopetuksessa tärkeimmäksi tulevaisuuden me-
nestyksen kannalta tulee oppimaan oppiminen ja toisarvoista osaamistarvetta vähentävien
työvälineiden käyttö. Koulutuksen tarjoavien laitosten antamat tutkinnot voidaan korvata

näyttötutkinnoilla, jotka mittaavat hankittua osaamista oppilaitoksen hyväksymien kurssi-suoritusten sijaan. Näyttötutkintojen ei tulisi olla riippuvaisia siitä, onko oppilas jonkin tutkintoalalle hyväksytyn oppilaitoksen kirjoilla.

Tutkintojen sijaan erilaiset muut näytöt, kuten yksityisiin mikrotutkintoihin liittyvät sertifikaatit, vertaisarviot, asiakasarviot ja työnäytteet sekä kilpailut ovat jo useilla aloilla tärkeitä osaamisen arvioinnin menetelmiä. Maineen ja mainetta tuottavien verkostojen, sekä hakukoneiden ja tekoälyn tuottamien hakutulosten ja mainearvioiden hallinta kasvattavat merkitystään. Tähän näkökulmaan kuuluvat olennaisena osana kisällinäytteet, portfolioit ja mentorointi.

Kontekstisidonnaisuus muuttuu osaamisessa tärkeäksi monimutkaisuuden kasvaessa. Ilmiöpohjainen oppiminen, ilmiöpohjainen osaamisen tunnistaminen ja osaamispolkujen suunnittelu pragmaattisine arvoineen ohjaa oppimaan oppimista ja metatietojen hankintaa. Referenssimenetelmien käyttö laajenee akateemisen tutkimuksen ulkopuolelle. Vertaisarviossa tärkeää ei aina ole se, kuinka hyvin asian osaa muiden osajien mielestä, koska osaaminen hajautuu lukemattomiin konteksteihin. Tärkeäksi muodostuu se, kuinka hyvin tehtävistä suoriutuu niiden mielestä, joiden ongelmia ratkoo tai tarpeita tyydyttää.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Koulu ja opiskelu eivät viimeisen sadan vuoden aikana ole muuttuneet kovinkaan paljon, vaikka monet alan ammattilaiset toisin väittävät. Oppikirjat, harjoitustyöt, luennot ja keskustelut olivat opetuksen tapoja jo Platonin aikana. Formaalin oppimisen, vakiintuneiden toimijarakenteiden ja siiloutuneen, reduktionistisen opetuksen sekä auktorisoitu osaamisen arviointi ovat historian saatossa muuttuneet vain pinnallisesti. Opettajat, lehtorit ja professorit ovat ne auktoriteetit, jotka omaavat parhaan tiedon ja arvioivat oppilaan osaamisen. He pyrkivät välittämään oman ymmärryksensä opettamistaan asioista oppilailleen.

Ylempien asteiden oppilaitoksiin pyritään opiskelemaan edellisen tason todistusten, yliopilaskokeen ja pääsykokeiden avulla. Opiskelemaan hyväksytyt saavat suoritustensa perusteella tutkintotodistuksen osaamiseensa näytöksi ja oikeuden käyttää oppilaitoksen myöntämää oppiarvoa. Joitakin opintojen osia on mahdollista korvata muualla hankitulla ja näytetyllä osaamisella tai toisissa oppilaitoksissa suoritetuilla kursseilla. Osaamisen näyttäminen oppiarvon saamiseksi ei pääsääntöisesti ole muulla tavoin mahdollista.

Monet opettajat, lehtorit ja professorit ovat jo ikääntyneitä eivätkä ole kovinkaan laajasti uudistaneet osaamistaan sen jälkeen, kun joku toinen ikääntynyt professori heitä nuorena alan tietoihin opetti. Opetustehtävien traditio on omiaan takaamaan sen, että opetuksen sisällöt ovat vanhakantaisia ja tämä näkyy myös opiskelussa. Tutkimustyön ja opetuksen yhdistäminen korjaa tätä vain hyvin kapea-alaisesti.

Monet hankkivat pääosan taidoistaan ja ymmärryksestään ammatissaan. Osa taidoista on yleistettäviä, mutta erikoistumisen myötä yhä suurempi osa osaamisesta on organisatiokohtaista ja hyödyllistä vain siinä organisaatiossa ja sen aikaisessa teknologiaympäristössä, missä se on hankittu.

Opetus- ja kulttuuriministeriön osuus valtion budjetista on 6.6 miljardia euroa. Selkeästi suurin osa rahasta suuntautuu opetuksen järjestämiseen. Yhdessä kuntien rahoitusosuiden kanssa suora panostus opetukseen on yli 6 miljardia euroa. Tähän verrattuna panostus

yksityiseen koulutukseen ja työssä oppimiseen on marginaalinen. Pääasiallisesti opetustehävissä Suomessa on lähes sata tuhatta ihmistä. Tutkintoon koulutettuja on lähes 1.3 miljoonaa ja opiskelijoita eriasteisissa oppilaitoksissa 1.4 miljoonaa.

Tärkeimmät säilyttävät arvot liittyvät tutkintovaatimuksiin, opettajakunnan sisäänpäin kääntyneisyyteen, tittleiden ja oman vanhan osaamisen arvostukseen, todellisuudesta vieraantumiseen, etujärjestövetoisuuteen ja autoritaariseen instituutioiden arvostukseen.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Tärkein muutoksen hyöty on oppimisen tehostuminen. Tätä edistää mahdollisuus yksilölliseen etenemiseen, välittömään palautteeseen ja oman kiinnostuksen mukaisiin aiheisiin ja oppimismenetelmiin. Muutoksen merkittävänä hyötynä on pidettävä mahdollisuutta opettajakunnan uusiutumiskykyä nopeampaan sisältöjen modernisointiin. Hyödyllisenä on ikäluokkien tasolla pidettävä opittujen asioiden monipuolistumista ja toisarvoista osaamistarvetta vähentävien välineiden hallinnan paraneamista.

Tutkintojen myöntäjien ja opettavien laitosten erottamisen tärkein hyöty on irtautuminen pääsykokeista elämää määräävänä tekijänä sekä mahdollisuus hankkia osaaminen verkossa omaan oppimistyyliin sopivimpien materiaalien avulla. Erityisen tärkeänä voidaan pitää mahdollisuutta työssä oppimisen laajentamiseen ja yksityisen sektorin mukaanottoon opetuksen ajanmukaistamisessa.

Muutoksen riskinä on opettajakunnan muutoshaluttomuus ja osaamattomuus. Uudenlaisten oppimismahdollisuuksien järjestämisosaaminen puuttuu liian monilta, kuten myös taito ottaa selvälle, mikä todellisuudessa on sitä osaamista, josta ihmiselle olisi yhteiskunnan jäsenenä ja oman hyvinvointinsa kannalta tulevaisuudessa hyötyä. Osittain oppilaitokset ovat suuntaansa muuttaneet, mutta kokonaisuutena ja mahdollisuuksiin nähden muutos on ollut vähäinen.

Muutoksen hidasteina tulee korostaa opettamisen syvään juurtunutta laitosmaista kulttuuria, oppilaitosten paikkasidonnaisuutta ja tutkintojen suurta merkitystä työhönotossa. Regulaatiot joko nopeuttavat tai hidastavat muutosta, mutta professorikunnan ja muun opettajakunnan sekä järjestöjen suuren vallan kanssa niiden vaikutus lieenee pääsääntöisesti muutosta jarruttava.

Opettajakunta ei laajasti ottaen ymmärrä uutta tekniikkaa eikä myöskään omaa taitoja sen käyttöön opetuksessa. Tilanne tuskin muuttuu ilman vastuurajojen ja tavoitteiden uudistumista. Yksityisellä sektorilla olisi tarvittavaa joustavuutta, muttei riittävää pedagogista kykyä, rahoitusta tai oikeuksia tutkintojen myöntämiseen.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Muutoksen myötä nousevia ja uusia ammatteja ovat esimerkiksi organisaatiolääkäri, moniälykkyysorganisoija, tekoälykatsastaja, AI-psykologi, AI-avusteinen kyborgi, pelillistäjä, kontekstianalyttikko, meta-analyttikko, simulaatiotuotaja, simulaatiokehittäjä, osaamisentarkastaja, etävalmentaja, osaamisverkottaja, osaamispoluttaja, etäoppimismentori, sertifiointimanageri ja somemaineen parantaja.

Muutoksen säädöstavoitteet: Muutoksen edistämiseksi tutkintojen vaatima osaamisen näyttö tulisi irrottaa opetuksesta ja oppilaitoksien pääsykokeista. Julkisten virkojen päte-

vyysvaatimukset tulisi muuttaa kontekstuaalisiksi. Julkisten palveluiden kyvykkyyden asiakasarvioinnit tulisi tehdä näkyviksi. Kaikki julkinen opetus tulisi tuottaa tietoverkkoihin MOOC-alustalle. Kaikki perusopetus tulisi muuttaa käänteiseksi opetuksesi ja tähän liittyen opettajien toimenkuvat, tuntikehykset, oppimateriaalin laadinnan periaatteet tulisi muuttaa.

Simuloinnin ja pelillistämisen keinoja tulisi lisätä opetuksessa, opetuksen sisällöt tulisi uudistaa ja sisällöt tulisi säännöllisesti arvioida opettajakunnan ulkopuolisten toimijoiden avulla. Julkisen opetuksen oppimateriaalit tulisi saada vapaaksi joukkoistuksen tai julkisen rahoituksen avulla ja harjoitukset tulisi toteuttaa tekoälyn avulla siten, että palaute on välitöntä.

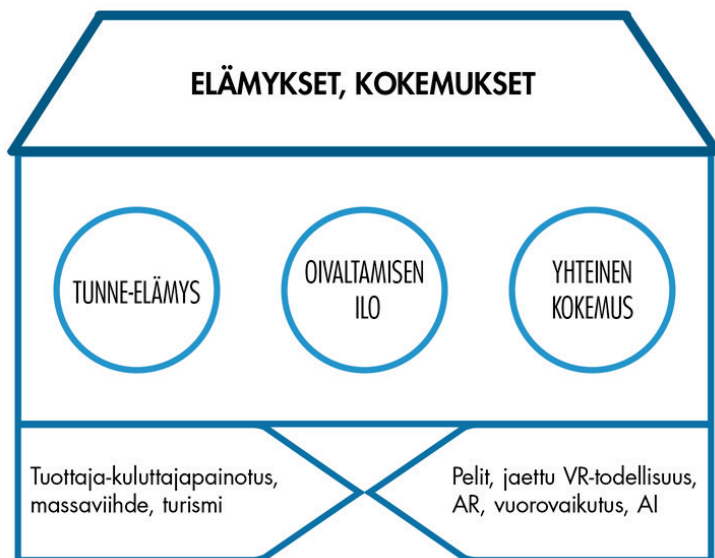
Kansalliset erityispiirteet: Opetuksen laatu ja opettajakunnan osaaminen on erityisen hyvää, kun sitä mitataan perinteisin keinoin. Suunta on nopeasti laskeva.

<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80702/Yleisesite%202017.pdf>

TKID	Osaaminen ja sen näyttö: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Opettajan motoristen ohjausten ja tunteiden siirto oppilaalle aivojen luvun kautta.	5
3	Kehon tilaan liittyvä opetusmateriaali ja oppimista ohjaava tekoäly.	3
5	Oppimisen ja osaamisen arvioinnin yhdistäminen kontekstiin materiaalitutkan avulla.	1
6	Kuvantamisen avulla voidaan kerätä opetuksessa tarvittavaa havaintoaineistoa ja paikannuksen avulla sijoittaa opetus kulloiseenkin kontekstiin.	3
11	Puheteknologia auttaa oppimaan ja ymmärtämään vieraita kieliä. Se auttaa myös osoittamaan oman osaamisen toisen kieliselle ihmiselle.	5
12	Tekoäly voi arvioida ihmisen osaamisen. Osaamisen näyttö maallikolle helpottuu ja irtautuu opetuksen antaneesta laitoksesta. Tekoäly on tärkeä myös opettajana.	10
13	Osaamisen näyttämisen sovellusten kehitys helpottuu.	3
14	Opetuksessa viestin perillemeno tehostuu kasvonilmeiden avulla. Opetusohjelman lukiessa emootioita, se kykenee kannustamaan ja parantamaan omaa toimintaansa.	10
15	Tekoälyopettaja voi käydä oppilaan kanssa keskustelua ja varmistaa tai auttaa ymmärtämään tarpeellisia asioita. Verbot/Chatbot voi myös varmistaa osaamisen.	5
19	Käsityötehtävien opastus AR-laseilla on hyvin luontevaa ja opasteiden teko on myös verrattain helppoa.	5
20	VR-lasien avulla simuloidut ympäristöt auttavat ymmärtämään asioiden syy-seuraussuhteita ja osoittavat myös, milloin ne on ymmärretty ja milloin ei.	5
21	Ohjainten avulla näkeminen muuttuu tekemiseksi ja tietäminen osaamiseksi.	3
23	Tekoäly muuttuu aina läsnä olevaksi, mittaa osaamisemme ja korjaa virheitämme.	5
27	Kävelyavustajat voivat opettaa tanssiaskeleet, ergonomisen juoksuaskeleen tai turvallisen tavan astella metsässä.	1
38	Prototyyppien ja kisällintöiden 3D-tulostus on hyvin helppo tapa näyttää osaaminen ja oppia myös itse, mikä toimii tai miellyttää muita ja mikä ei.	5
55	Simulointitekniikat tarjoavat erittäin hyvän välineen osaamisen näyttämiseen. Simuloinnin avulla materiaalien käyttäytymistä voidaan oppia ymmärtämään aiempaa helpommin.	10

TKID	Osaaminen ja sen näyttö: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
56	Itsetuntemus kasvaa, kun oma keho on mittaroitu.	1
57	Yhä useammat muodolliset osaamiset ovat vanhentuneita ja tarve osaamisen näyttämiseen opinnoista riippumatta kasvaa.	5
61	Simuloidun elämän avulla on mahdollista oppia ymmärtämään ja näyttää osaamisen.	5
65	Muistisairauksien parantaminen helpottaa osaamisen siirtoa.	3
84	Pelillistäminen on tehokas opetustapa ja auttaa näyttämään osaamisen.	10
86	Mikrorahoitus ja joukkorahoitus tekevät näkyväksi muiden uskon osaamisen laatuun.	3
87	Käänteinen opetus ja osaamisen näyttö kolmannelle taholle muuttavat opetuksen ja tutkintojen luonnetta. Yrityselämän sertifikaatit ovat jo osin tähän malliin siirtyneet.	20
88	Osaaminen siirtyy ihmiseltä robotille ja robotilta muille roboteille.	3
90	Alustalla osaaminen osoitetaan asiakkaiden tai vertaisten peukutuksilla.	3
91	Alustatyössä osaaminen näytetään peukutuksilla ja sanallisilla asiakasarvioilla.	5
94	Langattomat verkot helpottavat tarpeenmukaista oppimista merkittävästi.	5
96	Globaali tekoäly voi periaatteessa oppia ja opettaa perusteet tarvittaessa lähes kaikkeen osaamiseen. Globaali tekoäly voi myös tehokkaasti arvioida ihmisen osaamisen.	20
97	Lohkoketjuun voidaan kirjata opinnäytteet kiistattomalla tavalla.	3
98	Osaaminen alustalla osoitetaan peukutuksilla.	3

1.16 Elämykset



Arvonluontiverkoston rajaus: Tämän arvonluontiverkoston ensisijaisena päämääränä on tuottaa ihmisille elämyksiä. Rajauksen piiriin kuuluvat kaikki taloudellisen, poliittisen, sotilaallisen ja ideologisen hyödyn tai vallan toivossa tuotetut elämykset sekä sosiaalisissa suhteissa eri tarkoituksissa tuotetut elämykset.

Rajauksen ulkopuolelle jäävät kaikki ne elämyksiä tuottavat tapahtumat, joissa elämysten tuottaminen on tekijöiden näkökulmasta tarkoitukseton tai merkityksetön sivuvaikutus.

Tärkeimmät arvot ovat tunne-elämys, oivaltamisen ilo ja yhteinen kokemus. Tunne-elämys syntyy empatian kautta tai omakohtaisen tilanteen herättämänä. Kyse voi olla tarinasta, musiikista, ravinnosta tai muista aistihavainnoista ja virikkeistä. Oivaltaminen ja omien rajojen ylittäminen herättävät monissa ihmisissä ilon aiheesta riippumatta. Yhteinen kokemus itselle merkityksellisten ihmisten kanssa lähentää ja tarjoaa sisältöä vuorovaikutukseen. Moniin elämyksiin voi syntyä riippuvuus.

Transformaation keinot ja arvot: Elämyksiä tuotetaan nykyään perinteisen viihteen, kulinääristen nautintojen, liikunnan ja sosiaalisen kanssakäymisen avulla. Voimakas jakautuminen tuottajiin ja kuluttajiin hallitsee nykyajan kaupallisten elämysten tuotantoa, vaikka lähes kaikki perinteiset elämysten muodot ovat osallistavia.

Teknologinen kehitys on vapauttanut ihmisten aikaa elämyksiin. Monet elämykset ovat myös muuttuneet ajasta ja paikasta riippumattomiksi. Kaupunkivilinässä kävellään jo musiikkia kuunnellen ja pian musiikkivideot pyörivät hologrammeina kävelijän ympärillä. Elämykset demokratisoituvat digitalisaation avulla.

Teknologinen elämysten runsaus synnyttää vastavoimakseen askeettisuuden. Monet elämykset saavutetaan eettisyyden kautta toteuttamalla jotakin missiota. Näitä missioelämyksiä tuotetaan ja niiden avulla saatetaan valjastaa suuriakin joukkoja omiin tarkoituspäihin. Kyse ei tietystikään ole uudesta ilmiöstä, jos sitä vertaa vaikkapa ristiretkiin.

Tietokonepelit ovat esimerkki uudesta tavasta osallistua tarinoihin. Peli tarjoaa jaetun ympäristön ja virikkeitä yhteisille kokemuksille. Tietoverkossa samanhenkistä peliseuraa on aina tarjolla maailmanlaajuisesti. Uudet tekniikat tarjoavat laajat mahdollisuudet sekä elämysmatkailuun, seikkailuihin että taide-elämyksiin ja luontoretkiin lähes todellisuuden ta-soisina kokemuksina. Toisaalta lisääntyvä keinoitekoisuus hakee vastapainokseen aitouden kokemuksia. Tätä vahvistaa halu erottua muista. Aidoiksi kelpaavia kokemuksia tuotetaan yhä teollisemmin keinoin.

VR-lasien avulla aikaansaadaan illuusio todellisesta läsnäolosta virtuaalimaailmassa. Elämykset voivat olla hyvinkin voimakkaita, jopa kehollisesti erehdyttäviä. On esimerkiksi tavallista, että VR-lasien käyttäjät kaatuvat katsoessaan seisaaltaan kallistuvaa virtuaaliympäristöä. VR-lasien tarkkuus on toistaiseksi puutteellinen, mutta kehittyy nopeasti. VR-lasien lisäksi kehitetään datahanskoja, joiden käyttäjän liikkeet välittyvät virtuaalimaailmaan ja virtuaalimaailmassa kosketetut asiat tuntuvat käyttäjän iholla ja lihaksissa vasteina. Myös muita kehollisia tuntemuksia ja äänimaailmaa kyetään jo välittämään virtuaalitodellisuuden käyttäjän aistittavaksi.

AR-lasit ovat saavuttamassa tason, jossa ihmisen todelliseen ympäristöön voidaan lisätä todelliselta vaikuttavia illuusioita. AR-lasit kykenevät myös tekoälyn ja optisten sensoreiden

avulla tunnistamaan ympäristön ilmiöitä ja korostamaan niitä elämyksellisellä tavalla. Pokémon-ilmiö osoitti, miten jopa kännykän ruudulta katsottu GPS-koordinaatteihin sidottujen piirroshirviöiden keräily saa ihmiset innostuksen vallassa liikkeelle. Todellisuuteen integroidut aistimukset voivat synnyttää huomattavasti tätä kännykkäsovellusta voimakkaampia elämyksiä.

Fyysisten elämysten tuottaminen on robottien avulla yhä helpompaa. Robotit voivat tulevaisuudessa valmistaa gourmet-aterioita, maalata taidetta seinille, hieroa hartioita tai soittaa viulua. Seksirobotit ovat esimerkiksi Japanissa jo nousseet ilmiön tasolle. Robotit voivat toimia autonomisesti tai kauko-ohjatusti. Robotiikka mahdollistaa elämysten välittämisen paikasta riippumatta.

Tekoälyn avulla kyetään tunnistamaan ihmisen emootiot ja mieltymykset. Näiden tietojen avulla tekoäly kykenee sopeuttamaan toimintansa kunkin ihmisen ajatustapaan ja tuottamaan halutun kaltaisia tunnetiloja ja elämyksiä. Virtuaalisen ympäristön, robottien toiminnan ja keinotodellisten ihmisten emootioiden muokkaaminen tilanteisiin ja tavoitteisiin sopivalla tavalla johtaa henkilökohtaisesti räätälöityihin voimakkaisiin kokemuksiin.

Tärkeimmät elämysten tuottamista uudistavat arvot liittyvät luovuuteen ja haluun vaikuttaa muihin ihmisiin. Digitaaliset palvelut seuraavat käyttäjiensä valintoja ja kokemuksia. Tietoja käytetään predikttiivisen analytiikan keinoin sekä käyttäjän itsensä että muiden ihmisten ohjailuun. Elämysten kokijoiden näkökulmasta tärkeimmät uudistavat arvot liittyvät sosiaalisuuteen ja elämyshakuisuuteen. Eskapismilla on tässä merkittävä rooli, koska keinotodellisuudessa jokainen voi olla rikas, terve ja vailla reaali maailmansa murheita.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Pääosa elämyksistä tuotetaan nykyään viihteen päämäärien edistämiseen. Tässä viihteen luetaan myös taide ja ne dokumentit, joita tuotetaan tyydyttämään ihmisten harrasteenomaista kiinnostusta.

Elämyksiä tuotetaan elokuvallisten ja kirjallisten keinojen avulla sekä äänitteinä. Musiikki, teatteri ja koreografiset ilmaisut, arkkitehtuuri, muotoilu sekä kaupunkirakenne, ravintolat, luontopolut ja leikkipuistot tuottavat kaikki elämyksiä. Elämyksiä pyrkivät tuottamaan kaikki järjestöt, puolueet, kunnat ja hallintosektorit sekä yritykset, uskontokunnat, harras-tepiirit ja kustantajat.

Valtaregiimin jakautuu pääosin tuottaja-kuluttaja -akselin mukaan ja se pitäytyy perinteisissä elämyksen välittämisen keinoissa. Julkinen valta ei ehkä tuota leipää ja sirkushuveja Rooman rahvaalle, mutta jako rahvaan ja eliitin sisältöihin on edelleen havaittavissa arvostuksissa. Tuetaan teatteria, lehdistöä, kirjallisuutta, urheilua, musiikkia, oopperaa ja liikuntaharrastusta. Ruokakulttuuri, matkailu ja sosiaaliset kohtaamiset, nautintoaineet sekä mainonnan tuottamat elämykset pärjäävät ilman tukia. Opetukseen ja työhön ei elämyksiä useinkaan haluta sotkea ja teknologisista mahdollisuuksista lähtevää elämystuotannon uudistamista kaihdetaan usein.

Rauhallinen perhe-elämä yhteisöllisine tapahtumineen on yksi tärkeimmistä elämyksistä. Perinteiset ulkoilun muodot, kuten metsästys tai kalastus, keräily sekä muu ulkoilu, puutarhanhoito ja ruoanlaitto kuuluvat ihmisten normaaliin arkeen.

Kulttuurialan työpaikkoja on alle 100 tuhatta. Tämä luku sisältää vain osan niistä ihmisistä, jotka tuottavat työkseen elämyksiä. Turistiala toi vuonna 2016 vientiin rinnastettavia tuloja noin 4 miljardia euroa ja 7.7 miljoonaa ihmistä vieraili Suomessa. Tähän on lisättävä laaja kotimaanmatkailu. Matkailuala työllistää 140 tuhatta henkeä. Liikunnan osuus kansantaloudessa on vähäinen, mutta sen osuus ihmisten arjessa on merkittävä, kun urheilun lisäksi lasketaan mukaan kuntoilu- ja elämystarkoituksessa tehty liikkuminen luonnossa ja kaupunkiympäristössä. Nykyistä elämysrakennetta edustavat myös karaoke-baarit, huumaa- vat aineet ja väkivalta.

Tärkeimmät säilyttävät arvot liittyvät tuottaja-kuluttajarakenteen aiheuttamaan passiivisuuteen, elämysten addiktiivisuuteen, aitouden korostamiseen, fyysisen ja juurevan läsnäolon tunteeseen, mainonnan kohderyhmiin ja muihin elämysten tuottamisen hyöty- tai valtanäkökulmiin.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Elämysten muuttuminen nykyistä osallistavampaan suuntaa aktivoi ihmisiä. Mikäli elämykset perustuvat todellisuuden simulointiin, lisäävät kokemukset samalla osaamista ja taitoja. Passiiviset tiedot voivat muuttua aktiivisiksi taidoiksi. Yhteistyöhakuiset verkkopelit kasvattavat sosiaalisia taitoja ja suunnitelmallista kykyä. Virtuaalitodellisuuden tuottama immersion kokemus voi vähentää matkailun tarvetta, mutta se voi myös tehdä etäisiä paikkoja tutuiksi ja lisätä halua matkustaa niihin.

Laajennettu todellisuus kasvattaa ihmisen lähiympäristön merkityksellisyyttä ja elämyksellisyyttä. Robotisoitujen etäisten ja laajennetun todellisuuden avulla tuotetut elämykset lisäävät työmahdollisuuksia alentamalla transaktiokustannuksia radikaalisti.

Muutokseen liittyy selkeitä riskejä. Voimakkaat verkossa ja virtuaalitodellisuudessa saavutettavissa olevat elämykset saattavat aiheuttaa riippuvuutta. Sosiaalisten sidosten ja merkitysten kytkeytyminen fyysisen lähiympäristön sijaan johonkin erityisryhmään verkossa voi vieraannuttaa ihmisen niistä, joiden fyysisessä vaikutuspiirissä hän on. Tämä voi lisätä fyysisten konfliktien riskiä. Tekoäly yhdessä virtuaalitekniikan kanssa saattaa vaikuttaa voimakkaasti, tahdonvastaisesti ja huomaamatta, ihmisen haluihin ja mieltymyksiin. Väärinkäytön mahdollisuudet ovat suuret.

Muutosta hidastavat ne yhteiskunnan rakenteet, joiden kautta yhteiskunta ylläpitää sankarimyyttejä ja mainetekoja sekä elämysten tuottamisen toiminnallisia edellytyksiä. Esimerkiksi media ja opetus suuntaavat arvostuksen ja huomion vanhoihin elämysten menetelmiin, kuten urheiluun ja perinteisiin taidemuotoihin.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: On ilmeistä, että uusi teknologia avaa elämyksille valtavia mahdollisuuksia. Nousevia ja uusia ammatteja ovat mm. paikkatietoekspertti, virtuaalipalvelu-manageri, virtuaalietäopas, virtuaalisomistaja, seurapeliavustaja, e-urheiluvallmentaja, e-urheilija, elämysopas, tosi-VR-tähti, VR-tapahtumakoordinaattori, VR-terapeutti, verkkopelivalmentaja, AR/VR-haptiikkapuvustaja ja haptiikkahuoltaja.

Concierge -palvelut leviävät arjen hedonismiin emmekä vältty seksirobottien parittajilta. Virtuaalimatkojen virkailija, sijaismatkustaja, elämysstimuloija ja elämyskehittäjä nousevat uusina ammatteina. Yrityksissä työskentelyä ja asiakaskokemuksia kehittämään tarvitaan

elämyksellistäjiä. Robotisaation avulla käsityöläiset palaavat merkittäväksi ammattiryhmäksi ohjaamaan koneita yksilölliseen tuotantoon ja viimeistelemään näitä työkalujen tuottamia ”käsitöitä”.

Muutoksen säädöstavoitteet: Virtuaalitodellisuuden ja laajennetun todellisuuden ilmiöt tulisi säädellä yksityisenä ja julkisena tilana ja huomioida tekijänoikeuslaissa. Poliisin oikeus päästä VR-tiloihin tulisi myös selvittää ja määritellä tämän jaon perusteella. Tekoälyn vastuuttamiseksi tulisi luoda puitteet ja käytännöt, joiden avulla tekoälyn yksilöön olennaisesti vaikuttavat tekemiset voidaan tarvittavilta osin nauhoittaa. Yksilöllisesti tuotetut voimakkaat elämykset saattavat aiheuttaa ihmiselle vakavia seurauksia ja tämän alueen potentiaaliset haitat on selvitettävä laajasti sekä tahallisen vaikuttamisen että huumeiden kaltaisen käytön osalta. AR-opasteiden ja mainonnan erotettavuus tulee tarkastella, kuten myös alitajuinen ja manipuloiva vaikuttaminen elämysten osana.

Kansalliset erityispiirteet: Teknologinen kyvykkyys uuden alueen osaajina on Suomessa poikkeuksellisen suurta, kuten myös julkinen tuki vanhoille rakenteille.

http://tilastokeskus.fi/til/klt/2005/klt_2005_2007-08-31_tie_001.html

<https://mara.fi/toimiala/tilastoja-ja-tutkimuksia/matkailu>

<https://www.mara.fi/toimiala>

http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_10_06_liikunta.html

TKID	Elämykset: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Tunteiden ja tuntemusten suora siirto aivoihin on radikaali elämysten jaon tapa.	20
3	Moniin liikunnallisiin lajeihin ja elämyksiin liittyy kehollisia tuntemuksia ja vaikutuksia, joiden seuraaminen ja huippukohtien tallennus ehkä rikastavat elämystä.	3
6	3D-elokuvat ja realististen VR-pelimaailmojen luonti tarvitsevat kuvantamista. Laajennetun todellisuuden elämykset vaativat kuvantamista ja paikantamista.	5
7	VR/AR-todellisuus edellyttää välttämättä nopeita langattomia yhteyksiä.	10
8	LED-teknologia mahdollistaa VR/AR-lasien, näyttöseinien ja sisäviljelyn avulla runsaasti elämyksiä.	5
9	Plasmoniikka mahdollistaa periaatteessa yliveritset näyttölaitteet, mobiililaitteiden suunta-antennit, suoraan verkkokalvolle osuvat mikrolaserit jne.	5
10	Femtolasereilla kyetään luomaan 3D-kuvia ilmaan. Lasereilla saadaan valotaidetta.	3
11	Pelien, robottien ja animaatiohahmojen kyky puhua ja ymmärtää puhetta on tärkeä. Valittuja ihmisiä ja heidän tunnetilojaan matkiva puhe vahvistaa elämyksiä.	5
12	Tekoälyn avulla voidaan tuottaa taide-elämyksiä, seurallisia tietokoneita, rooli-hahmoja, luonnonmukaisia ja tunnepitoisia maisemia ja avustaa viihteen tuottamisessa.	10
13	Elämyksiä tuottavien sovellusten kehitys helpottuu ja kokeilut lisääntyvät.	3
14	Emootioiden tunnistaminen ja projisointi ovat tärkeitä elämysten synnyttäjiä.	10
15	Keskusteleva ja oppiva tekoälylelu on elämys. Pelaajaansa yksilöllisesti reagoiva peli on elämys. Pelissä ei jatkossa enää tiedä, kuka kanssapelaajista on ihminen.	10
16	Ympäristön reaaliaikainen mallinnus on olennainen asia laajennetun todellisuuden sovelluksissa, joissa todellisuuteen "upotetaan" keinotekoisia elementtejä.	5

TKID	Elämykset: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
17	Esineiden helppo 3D-kuvantaminen auttaa tuottamaan virtuaalimaailmoja ja siirtämään esineitä myös laajennettuun todellisuuteen.	3
18	Vuorovaikutteiset, elämykselliset sovellukset voivat kerätä tietoja käyttäjien reaktioista ja emootioista sekä kokeilla ja muodostaa ymmärryksen virikkeiden vaikuttavuudesta.	5
19	AR-lasit lisäävät helposti todellisuuteen elämyksellisiä hahmoja ja muokkausta.	10
20	Virtuaalimaailmat ovat hyvin elämyksellisiä - elämyksistä saadaan elokuvia voimakkaampia kehollisellakin tasolla.	10
21	Virtuaalimaailmassa voidaan liikkua kehollisesti ja kokea tuntoaistimuksia.	5
22	Virtuaalimaailmat ovat sitä rikkaampia, mitä laajempi muisti ja prosessoriteho on käytettävissä.	5
23	Yhä rikkaammat tekoälyn luomat hahmot, maisemat ja tarinankulut syntyvät tekoälyn halpuessa ja tehostuessa siihen tehdyn prosessorisukupolven avulla.	5
25	Grafeenipohjaiset näyttölaitteet ja kehon sisäinen elektroniikka tehostavat elämyksiä.	3
26	VR/AR- ja tekoälymaailmojen sekä simulointien realistisuus paranee jatkuvasti laskentatehon kasvaessa.	10
27	Tanssijalat ja muu jalkojen taito kasvattavat elämyksiä. Kävelevät robotit voivat tuottaa elämyksiä ihmisen luonnollisessa ympäristössä.	5
28	Ratin pidosta vapautuu Suomen mitassa noin miljardi tuntia vuositasolla, joka on käytettävissä joko etätööhön tai ajamista suurempiin nautintoihin.	5
29	Monet uusista kevytkulkuneuvoista ovat elämyksellisiä.	3
30	Koptereilla voidaan järjestää lentotaitokilpailuja, joissa lentäjä ja matkustajat ovat VR-lasien avulla koneen kyydissä. Nelikoptereilla on korvattu ilotulitteita.	1
31	Pienkoneella lentäminen on elämys, jonka tulevaisuudessa saa yhä helpommin.	1
33	Foiling on elämyksellinen tapa vesillä liikkumiseen sen kaikissa muodoissa. Robotisaatio helpottaa ja monipuolistaa vesilläliikkumista monin tavoin.	3
34	Nopea siirtyminen paikasta toiseen lisää elämysmatkailua ja lieenee itsessään elämys.	1
35	Avaruusturismi ei kosketa kovin monia, mutta sillä rahoitetaan kehitystä. Mahdollisuus tarkkailla maanpintaa reaaliajassa lukuisista satelliiteista on kurkistuselämys.	1
36	Kyberhyönteisten kyky etsiä parvena pelastettavia, toimia henkilökohtaisena turvakamerana tai mehiläisten sijaan pölytystehtävissä edesauttavat turvallisuutta. Haitallisiakin sovelluksia on.	5
37	Tekoälytaiteellinen tai museotaidetta plagioiva ja ympäristön mukaan varioiva, ihmisen työkaluja käsillään käyttävä robotti kykenee tuottamaan monipuolisia elämyksiä.	5
38	3D-tulostuksen avulla saa helposti aikaan yksilöllisen kauniita ja kiehtovia esineitä.	3
39	3D-tulostuksen avulla rakennuksista ja niiden pinnoista voi helposti saada elämyksellisiä.	5
40	Itseorganisoituvan ja emergenssiin johtavan toiminnan seuraaminen on elämys.	1
41	Ubiikki ympäristö, joka reagoi ihmisen odotuksiin, on elämys. Tavaroiden kanssa juttelu on elämys, vaikka tavaroiden puolesta puhuisikin tavaroiden rooliin samais-tuva pilvipalvelu.	5

TKID	Elämykset: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
42	Etiäisen avulla voi soittaa musiikkia, valmistaa ruokaa, tanssia tai pelata ja samat asiat voi robotti tehdä tekoälyn ohjauksessa. Viihde- ja elämyspalvelut robotisoituvat.	10
44	Robottiräätäli mahdollistaa edulliset yksilölliset, tyköistuvat ja näyttävät asusteet lähes kankaan hinnalla.	5
45	Kitkattomuuteen liittyy merkittäviä elämysten mahdollisuuksia, kuten uskottavasti myös levitaatioon.	3
46	Lentäminen on elämys, kelluminen on elämys. Kevyiden ja lujien materiaalien avulla on mahdollista tuottaa liikuntaharrastuksiin monia elämyksellisiä välineitä.	3
47	Osa 3D-tulostettavista materiaaleista voi olla hyvin elämyksellisiä.	1
48	Lujien kuitujen ja kankaiden avulla saadaan aikaan elämyksiä.	3
53	Ihmisen kaltainen robotti on elämys.	5
54	Monilla vesipulasta kärsivillä alueilla makean veden helppo tuottaminen tekee mahdolliseksi kasvien tuottamat elämykset.	3
55	Uudet älymateriaalit tuottavat elämyksiä esim. pintoina, vaatteina ja rakenteina.	3
56	Eliöiden kyky esim. tuottaa valoa tai kasvaa haluttuihin muotoihin tuottaa elämyksiä. Aivojen ohjaus implantilla mahdollistaa emotiotilaan vaikuttamisen keinoitekoisesti.	5
57	Keskimääräisen eliniän kasvu vaikuttaa elämysten arvostukseen ja maksukykyyn monilta osin ennakoimattomalla, mutta olennaisella tavalla.	5
59	Bakteerit tai hiivat voidaan ohjata tuottamaan huumeita.	3
60	Biologian muokkaus tuottaa elämyksellisiä kasvi- ja eliölajeja.	3
61	Virtuaalisen elämän luominen on elämys.	1
63	Soluviljelyn avulla voidaan tuottaa ravinnoksi jo sukupuuttoon kuolleita tai hyvin eksoottisia lajeja, kuten dodolihaa, panda, muuttokyyhkyä tai mammuttia.	3
64	Soluviljelyn ja 3D-tulostuksen avulla on mahdollista tuottaa viljelty eksoottinen solukko kiehtovaan muotoon ja maukkaaseen tekstuuriin.	3
65	Dementia on merkittävä rajoite elämyksellisyydessä.	3
66	Soluviljelty liha voi olla hyvinkin eksoottista sekä geneettisesti että tekstuuriltaan.	5
67	Yksilöllinen puutarha ja mahdollinen GMO-tuotanto voivat aikaansaada elämyksiä.	3
68	Uusien kuitujen avulla voidaan tuottaa mm. elämyksellisiä vaatteita, huonekaluja ja tavaroiden rakenteita ja pintamateriaaleja.	3
73	Kaikki elämykselliset laitteet - digitaaliset seuralaiset, AR-lasit tai muut, joita kannamme mukamme, edellyttävät kevyitä, tehokkaita akkuja hyvin toimiakseen.	10
84	Pelillistäminen tuottaa arjen tehtävissä elämyksiä.	3
87	Oppiminen on usein elämys ja siitä voi jopa tulla riippuvaiseksi.	1
88	Ihmiset voivat tuottaa elämyksiä toisilleen robotin välityksellä.	10
91	Maksulliset yksilölliset elämykset edellyttävät päätelaitteiden lisäksi alustansa.	3
94	Nopea langaton yhteys ja vähäinen latenssi sekä runsas IoT-laitetekanta rikastavat VR- ja AR-lasien näkymää ja elämyksellisten robottien toimintaa.	5
95	Elämykselliset sisällöt edellyttävät pilvilaskenta- ja tallennuspalveluita. Niiden tulee sijaita riittävän lähellä, jotta latenssi ei häiritse elämyksellisyyttä.	3

TKID	Elämykset: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
96	Globaali tekoäly kykenee värittämään elämykset kulttuurisesti ja paikallisesti. Elämysteollisuus tulee olemaan merkittävässä määrin globaalia tekoälyn työtä.	5
98	Digitaalitekniikka etenee siten, ettei fyysistä ja digitaalista elämystä juurikaan erota toisistaan. Digitaalinen on helpompi valmistaa ja AI on siinä erityisen tuot-toisa.	10
99	Mieltymykset tallentuvat elämysalustoille, joista ne voi siirtää GDPR:n määritte- lemin ehdoin muille alustoille.	3
100	AR/VR-alusta on tärkeä sisältötuotannon kannalta, jotta markkina olisi riittävä ja kehitystyö kannattavaa. Alustakehitys mahdollistaa hyvälaatuisen sisällön.	5

1.17 Turvallisuus



Arvonluontiverkoston rajaus: Tärkein päämäärä tässä arvonluontiverkostossa on toimintaympäristön säännönmukaisuus. Säännönmukaisuus merkitsee vapautta ulkopuolista uhasta ja mahdollisuutta edistää omia tavoitteita tunnettujen ja ennakoitavien pelisääntöjen puitteissa. Turvallisuutta lisätään vakioimalla olosuhteita ja kompensoimalla yksilöllisiä riskejä ihmisen esimerkiksi joutuessa onnettomuuksille alttiiksi tai sairastuessa.

Rajaus kattaa välttämättömimmän toimeentulon, yhteiskunnan turvaverkot, järjestyksen ylläpidon, maanpuolustuksen sekä erilaiset omaisuusturvaan, tuoteturvallisuuteen, ympäristövahinkojen estämiseen ja riskien kartoittamiseen tai vakuuttamiseen liittyvät toimet.

Tärkeimmät arvot ovat varovaisuus, oikeudenmukaisuus ja ennakoitavuus. Varovaisuuteen liittyy halu uhrata osa omasta vapaudesta ja vauraudesta myöhempien riskien minimoimiseksi.

miseksi, mutta myös vaurauden kerääminen yllätysten varalle. Eräällä tavalla myös eläketurva on nähtävä tässä valossa. Oikeudenmukaisuuteen kuuluu sekä aineellinen että aineeton koskemattomuus, mutta myös yhteiset pelisäännöt ja halu vallankäyttöön. Ennakoitavuuteen kuuluu säännönmukaisuuden, suunnitelmallisuuden ja uteliaisuuden tarve.

Transformaation keinot ja arvot: Perinteisesti turvaa ajatellaan tarvittavan rikoksia, onnettomuuksia, sairauksia sekä rajaloukkauksia vastaan. Lukitsemme itse asuntomme, mutta päävastuun turvallisuudesta kantavat länsimaaisessa yhteiskunnassa viranomaiset. Tulevaisuudessa uhkakuvat muuttuvat. Keskitetty tuottajiin kohdistuva ja kuluttajia suojaava valvonta ei palvele enää hyvin yhteiskunnan tehdessä kaikista tuottajia ja rajojen muuttuessa huokoisiksi ja virtuaalisiksi. Kasvava osa turvallisuudesta on tuotettava lähempänä yksilöä.

Tietoturva koskettaa yhä useampia, kun kasvava osa elämäämme on tietokoneiden ja tietoverkkojen toimivuuden varassa. Tietojemme lisäksi meidän identiteettimme voidaan varastaa ja pääsy jopa oman koneemme tietoihin voidaan estää salakirjoituksen avulla. Meidän nimissämme voidaan esiintyä ja tehdä sopimuksia. Ihmisiä voidaan uhkailla ja kiristää rajojen takaa tuntemattomien toimesta. Sekä aineellinen että aineeton uhka voi kohdistua yksilöön tavoilla, joihin yhteiskunnan keskitetyt mekanismit eivät kykene optimaalisesti vastaamaan.

Tavarat muuttuvat koko ajan älykkäämmiksi. Autot ajavat itse itseään, robottikokit valmistavat ruoan. Kaikki äly kiinnittyy internetiin ja tietoturvariskit voivat kasvaa laajoihin tietoihin hyvinkin äkillisesti. Kyberuhkat voivat liittyä omien teknisten laitteidemme manipulointiin, mutta myös kauko-ohjattavat myrkkynä tai pommeja kuljettavat laitteet saattavat muuttua tavallisiksi. Meille toimitettuihin tavaroihin voidaan myös entistä helpommin ujuttaa vaarallisia osia tai aineita tavalla, jota ulkopuolinen valvonta ei kykene estämään.

Itsediagnostiikka tuottaa meille 2020-luvulla tietoa kehomme ongelmista. Tiedämme tarkasti, minkälaiset terveydelliset riskit meitä uhkaavat, kuinka todennäköisiä ne ovat ja millä tavoin ne vältämme. Elintarvikkeiden laadun kykenemme myös mittaamaan itse ja niin tuleekin jatkossa tehdä. Keskitetty järjestelmä ei kykene siinä auttamaan sellaisella yksityiskohtien tasolla, joka monille meistä on tarpeen.

Tekoäly valvoo ympäristöämme ja varoittaa meitä vaaroista. Pankkitilin vääränlainen käyttö, uhkaavasti käyttäytyvät ihmiset, kohti lentävät esineet, asuntomurto, käsilaukun varastaminen tai ruoka-aineiden outo koostumus voivat käynnistää varotoimenpiteitä. Tekoälyn on myös mahdollista valvoa käytössä olevia laitteita ja varmistua siitä, ettei niihin ole luvottomasti puututtu. Tekoäly nauhoittaa tapahtumat pilveen todisteiksi ja kutsuu tarvittaessa apua.

Vertaistieto antaa meille erinomaista ja lähes reaaliaikaista tietoa. Jos tuotetieto organisoidaan oikein, saadaan tuote-erän ongelmista muiden käyttäjien välitön palaute. Samaten alueellisista vaaroista saadaan joukkoistuksen avulla tietoa.

Tärkeimmät uudistavat arvot liittyvät pelkoihin, turvattomuuden tunteeseen, kokeilunhaluun ja epäluuloihin, mutta myös tietoisuuden lisääntymiseen erilaisista riskeistä.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Perinteiset turvallisuutta varmistavat toimijat ovat poliisi, palokunta, puolustusvoimat ja sairaalat. Yhteiskunnan monimutkaistuessa valvojia on tullut lisää. Esimerkiksi Tukes, Trafi, Evira, AVI, Fimea, OKM, SM, STUK, Valvira, Ficora, LuKe ja Rajavartiolaitos valvovat puolestamme. Suurelta osin valvotaan selkeitä rajapintoja. Valtioiden väliset rajat valvotaan, valmistajia ja palveluntarjoajia sekä normitettuja palveluprosesseja valvotaan. Valvonta on ajoittaista ja toimii vain, jos muutokset eivät ole nopeita. Valvontamekanismit on suunniteltu teollista rakennetta ja suuruuden ekonomiaa silmällä pitäen.

Puolustusvoimat työllistää 12 tuhatta henkeä. Varusmiespalveluksen suorittaa vuosittain 22 tuhatta henkeä. Puolustusministeriön osuus valtion budjetista on lähes 3 miljardia euroa. Menetetyn työajan laskennallinen kustannus puuttuu tästä. Oikeusministeriön osuus budjetista on lähes miljardi euroa ja sisäministeriön osuus noin 1.5 miljardia euroa. LVM:n hallinnonala nousee turvallisuuden osalta satoihin miljooniin euroihin. Jos sosiaalisektori, akuutti terveydenhuolto ja vakuutussektori lasketaan turvatoimijoiksi, nousevat nekin suurten joukkoon.

Tärkeimmät säilyttävät arvot ovat normatiivisuus, luottamus viranomaisiin, palveluntarjoajiin, oikeusjärjestelmään ja yhteiskunnan auttavaan käteen.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Keskitettyä riskien torjuntaa tulisi hajauttaa, koska riskit hajautuvat. Yhteistyötä elinkeinoelämän toimijoiden ja viranomaisten kesken korostuu, mutta se ei riitä. Ei voida enää ajatella valvonnan kohdistuvan yksinomaan tavaroitten ja palveluiden tuottajiin tai myyjiin, koska tuottajia ja tuotettuja asioita tulee yhä enemmän ja tuotteisiin vaikutetaan tietoliikenneteitse niiden valmistamisen ja kaupan jälkeen. Valvonnan on jatkossa tapahduttava jatkuvana prosessina ja yhä useammin yksilön lähellä itse käyttötilanteessa. Tekoälyn ja uusien mittalaitteiden avulla tämä on mahdollista asettamatta yksilöille kohtuuttomia vaatimuksia. Joukkoistetun valvonnan avulla viranomaisen on myös mahdollista saada huomattavan hyvä ja laaja tilannekuva sekä todisteet väärinkäytöksistä.

Muutoksen riskeihin kuuluu entistä suurempi riippuvuus teknologian käytöstä, yksityisyyden suojan väheneminen ja luottamuksen tunteen väheneminen. Riskit joka tapauksessa kasvavat, ja muutoksessa kyse on ennen kaikkea siitä, annetaanko yksilöille paremmat valmiudet riskien hallitsemiseen vai pyrkiikö viranomainen säilyttämään kontrollin itsellään siihen saakka, kunnes tilanne käy kestävämmäksi. Suurin riski lieneekin siinä, että uusi turvallisuustarve jää kokonaan yksityisten toimijoiden ja kansalaisten oman aktiivisuuden varaan ja viranomainen lähinnä estää tällaista turvallisuuden lisäämistä vedoten ideoiltaan vanhentuneisiin normeihin.

Muutosta hidastaa luottamus viranomaistoimintaan sekä uudentyyppisten ongelmien pyysyminen toistaiseksi hallitulla tasolla ja toteutuneiden riskien kaatuminen yhteisvastuiksi. Regulaatiot estävät muutosta melko tehokkaasti ja hierarkkista valvontaa vahvistetaan edelleen. Ongelman luonnetta ei ymmärretä laajasti ja viranomaistoiminnan rakenteen laaja uudelleenpohdinta ei ole kenenkään agendalla. Kysymykset siitä, kenen viranomaisen tulisi kantaa huolta internetiin kytketyn jääkaapin toiminnasta palvelunestohyökkäyksessä tai hakkerin pilatessa elintarvikkeet jääkaapin tietoturva-aukon kautta enimäkseen vain hämmentävät perinteisiä toimijoita, jotka pitävät kiinni murenevasta mukavuusalueestaan. Riippuvuus kansainvälisistä tietoteknisistä palveluista kasvaa jatkuvasti.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Uhkien hajautuminen ja monimutkaistuminen synnyttää runsaasti uudentyyppisiä tehtäviä ja osaamisvaatimuksia. Nousevia ja uusia ammatteja turvallisuuteen liittyen ovat esimerkiksi pilviturvapalvelukonsultti, kyberturvakonsultti, kotitalouden turva-asentaja, turvallisuustalonmies, omavaraissuunnittelija, henkilöturva-etävalvoja, kyberturvapoliisi, manipulointietsivä ja valhemedian torjuja. Myös kansainvälisten kriisien vaikutusten arvioijia ja riskianalyytikkoja tarvitaan jatkossa enemmän.

Muutoksen säädöstavoitteet: Muutosta voidaan edistää monin toimenpitein. Vertaisturvatietoalustoja tulisi katalysoida ja niille luoda puitteet. Viranomaisen tulisi auttaa toiminnan syntymisessä. Kyberturvatoimintaan tulisi kehittää valmiuksia ja viranomaisen tulisi tukea kotitalouksia sekä kyberturvan että valhemedian torjunnassa. Henkilöturvakamerat tulisi sallia ja näihin liittyvä tekoäly tulisi selkeästi lukea EU:n tietosuoja-asetuksen (GDPR) ulkopuolelle. Superaistien alustojen rooli tulisi selvittää ja tutkia painotuksen siirtämistä kuluttajan itsensä suorittamaan valvontaan. Virtuaalimaailmassa tapahtuvat uhkaukset ja ahdistelu tulisi tarkistaa ja varmistaa ihmisten mahdollisuus liikkua julkisilla virtuaalitoimilla turvallisesti.

Kansalliset erityispiirteet: Osaaminen Suomessa on laajaa ja se on korkeatasoista.

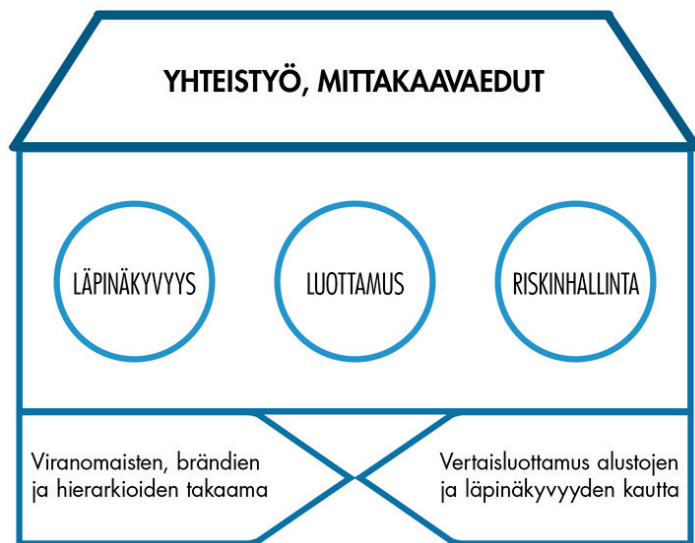
TKID	Turvallisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Ihmisen tunteiden ja ajatusten seulonta kuulustelussa/haastattelussa.	3
2	DNA-tunnistus, ravinnon tunnistaminen, DNA-varmenteet, synteettiset bio-aseet.	10
3	Onnettomuustilanteissa ja sairauskohtauksissa tai väkivaltatilanteissa tapahtuva automaattinen hälytys on turvatekijä.	5
4	Henkilökohtaisen varoituksen saanti vaarallisesta kemiallisesta olosuhteesta tms.	3
5	Osa aineista on joillekin vaarallisia. Materiaalitutka voi suojata näiden lisäksi esimerkiksi lääkeväärännöksiltä, räjähteiltä ja aseilta sekä huumeissa olevilta henkilöiltä.	10
6	Kyky katsoa nurkkien taakse edistää liikenneturvallisuuden lisäksi esimerkiksi sotilaiden ja pelastustyöntekijöiden turvallisuutta. Paikannus on selkeä turvatekijä.	5
7	Hyvin monet turvajärjestelmät käyttävät useita eri aaltoalueita viestintään ja mittauksiin.	5
8	LiFi-verkkojen salakuuntelu on mahdotonta, jos valon läpäisemää yhteyttä ei ole. Sisäviljely parantaa huoltovarmuutta.	5
10	Laserien avulla saatu tieto lisää turvallisuutta ja laserien avulla toimivat laitteet voivat sekä uhata että turvata ihmisiä. Hiukkaskiihdyttimet voivat tappaa huomaamatta.	5
11	Mahdollisuus imitoida helposti ihmisten puhetta on turvariski. Mahdollisuus tulla ymmärretyksi vieraalla kielellä lisää turvallisuutta.	5
12	Tekoäly voi tunnistaa turvallisuusongelmia ja opastaa tilannekohtaisesti turvallisiin toimintatapoihin.	5
13	Turvallisuushaasteet lisääntyvät tekoälykehityksen helpottuessa, kun autonomisesti ja älykkäästi liikkuvia ja toimivia laitteita voidaan kehittää harrastepohjalta.	3
14	Kasvojen tunnistus on merkittävä turvallisuustekijä. Emootioiden tunnistuksen avulla voidaan varoittaa potentiaalisista riskeistä.	5
15	Turvallisuuteen liittyvien haastatteluiden teko ja anomalioiden etsintä helpottuvat verboteilla.	5

TKID	Turvallisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
16	Valvontatehtävät helpottuvat, kun ympäristöstä on reaaliaikainen yhteiskäyttöinen 3D-malli.	5
17	Turvallisuutta vaarantavien esineiden tunnistaminen helpottuu.	1
18	Valvonta-aineisto normaalitilanteista auttaa tekoälyä havaitsemaan poikkeamat.	3
19	Älylasit tai AR-lasit lisäävät turvallisuutta lähettämällä näkökentästä kamerakuvan reaaliajassa pilvipalvelulle ja tunnistamalla sekä varoittamalla vaaratekijöistä.	5
20	Vaarallisiin paikkoihin ja tilanteisiin meno etiäisen avulla vaatii VR-lasit.	1
21	Vaarallisten tilanteiden hoitaminen kauko-ohjatusti hyötyy ohjaimista.	1
22	Turvallisuus perustuu osin kerättyyn tietoon ja siinä havaittuihin poikkeamiin. Mitä kattavammin tietoja kerätään, sitä helpompi poikkeamia on havaita.	3
23	Tekoälyn arkistuminen sekä lisää riskejä että helpottaa riskien tunnistusta.	3
24	Kvanttietokoneet murtavat julkisten avainten salauksen ja kvanttikommunikaatio mahdollistaa rikollisten ja muiden kommunikoinnin muiden havaitsematta.	20
25	Uusien materiaalien avulla voidaan toteuttaa fyysisiä varmenteita ja valmistaa sensoreita, joilla tutkitaan turvallisuusriskejä.	3
26	Laskentatehon kasvu lisää riskejä, mutta auttaa ennakoimaan ja havaitsemaan niitä.	5
27	Robottien vapaa liikkuminen kasvattaa sekä turvallisuutta että riskejä.	5
28	Robottiauto voi eliminoida pääosan liikenteen noin kahden miljardin euron vuositaisista vahinkokustannuksista. Robottiauto on väärissä käsissä merkittävä turvallisuusriski.	20
29	Liikenneturvallisuus vähenee ja robotisoituja tavarankuljettimia voidaan käyttää aseina.	5
30	Kopterivalvonta lisää turvallisuutta ja koptereiden mahdollinen käyttö aseina vähentää sitä. Keräämällä itse energiaa, laitteet voivat lentää muista maista yksilökohteisiin.	10
31	Lentoturvallisuus on perinteisesti ollut maantieliikennettä parempi. Poliisin ja pelastushenkilökunnan saapuminen hälytyspaikalle nopeutuu.	3
32	Jatkuvasti lentävät laitteet kuvaavat urbaania aluetta jatkuvasti varpusen tarkkuudella. Rikollisen saapumis- ja poistumisreitti selviävät nauhoilta.	5
33	Robottialukset poistavat miehistön turvattomuuden ja virheet. Kevyet rungot muuttavat alukset uppoamattomiksi.	3
34	Liikenneturvallisuus kasvaa Hyperloopin korvatesa maantieliikennettä olettaen, että liikenteessä on edelleen ihmisten ajamia ajoneuvoja ja tilannekohtaisia yllätyksiä.	3
35	Satelliittiyhteyksien paraneminen sekä lisää että vähentää turvallisuutta. Valtion aluetta voidaan häiritä satelliittien kautta kauko-ohjatuilla laitteilla.	1
36	Kyberhyönteisten kyky parvena kartoittaa ympäristö ja pelastustehtävissä etsiä pelastettavia ja toimia henkilökohtaisena turvakamerana edesauttavat turvallisuutta.	3
37	Turvallisuus lisääntyy, kun vaaralliset tehtävät suoritetaan kädellisen etiäisen välityksellä.	3
38	3D-tulostamalla tuotetaan vaarallisia esineitä muiden tietämättä. Osaamista ei tarvita, koska malleja jaellaan verkossa. Tulosteet saattavat myös vahingossa olla vaarallisia.	3

TKID	Turvallisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
41	IoT-laitteet tuottavat turvallisuutta lisäävää valvontatietoa, mutta ovat itse suuri tietoturvariski. Tavaroiden yksilöllinen identiteetti estää varkauksia ja tuoteväärennöksiä.	5
42	Valvonta- ja turvapalvelut robotisoituvat.	3
46	Eristävyys turvaa ravinnon epäpuhtauksilta ja rakenteet kosteusvaurioilta.	1
48	Lujista kuiduista voidaan tehdä luodinkestäviä asusteita tai muutoin turvallisuutta lisääviä asusteita. Rakenteissa lujat kuidut voivat olla selkeä turvatekijä maanjäristysalueilla ja muissa tilanteissa, joissa rakenteet ovat rasitukselle alttiita.	5
52	Rakennusmateriaalien lujuudella ja kestävyydellä on olennainen vaikutus turvallisuuteen.	3
54	Puhtaan veden puute on terveysriski. Mahdollisuus tuottaa juomavesi itse lisää turvallisuutta kriisitilanteissa.	3
55	Simulointi auttaa eliminoimaan kemikaalien riskejä.	3
56	Mahdollisuus ohjata eliöiden biotuotantoa on kemiallinen ja biologinen riski.	5
57	Häiriöherkässä iässä olevien miesten osuus väestöstä pienenee, joka kasvattaa turvallisuutta.	3
58	Nanohiukkaset ja mikrobitit ovat väärinkäytettynä turvallisuusriski.	3
59	Kotitaloudet ja pienryhmät voivat tuottaa biologisia materiaaleja, joista osa on vaarallisia.	5
60	Perimän editointitekniikoiden helppo saatavuus ja huono ammatillinen ymmärrys GMO-jalostuksen hyötykäytön raskaan sääntelyn vuoksi on suuri riski.	5
61	Turvallisuus sekä lisääntyy että vähenee elämän tarkemman ymmärryksen kautta. Keinosolut voivat olla haitallisia ja vaarallisia tai hyödyllisiä.	3
65	Dementia on potilaalle itselleen merkittävä turvallisuusriski.	3
66	Eläintaudit vähenevät soluviljelyssä, huoltovarmuus kasvaa, kun tuotanto hajautetaan.	3
67	Yksilöllinen viljely sekä lisää että vähentää turvallisuutta. Huoltovarmuus kasvaa.	3
70	Autonominen, hajautettu energia vähentää riippuvuutta sähköverkoista ja niiden häiriöistä.	5
71	Omavaraisuus lämmön osalta kasvattaa huoltovarmuutta.	1
72	Massiiviset sähkövarastot vähentävät toimintakyvyn katkoksia.	1
73	Mukana kannettavat valvontalaitteet ja sähköverkon ulkopuoliset valvontajärjestelmät edellyttävät akkuja.	3
74	Polttoaineomavaraisuus on merkittävä turvallisuustekijä.	5
75	Valvontalaitteet ja tukiasemat voivat toimia polttokennon ja polttoainetankin varassa.	3
77	Huoltovarmuus lisääntyy, kun "off grid" -valmiudet paranevat.	1
79	Hajautetun energiatuotannon kehitys kasvattaa huoltovarmuutta paikallisesti.	3
81	Lasereita ja muita sädeaseita voidaan käyttää tehokkaasti drone-torjuntaan, aseiden tähtäämiseen, maalin merkitsemiseen ja vihollisen lamauttamiseen.	5
85	Kryptovaluutat lisäävät valtiorajat ylittävää rikollisuutta. Aikapankit vähentävät syrjäytymisen ongelmia.	3
87	Nykyistä luotettavampi osaamisen varmentaminen lisäisi turvallisuutta.	1
88	AI:n toiminta työjohtajana laajavaikutteisissa tehtävissä ja runsas kauko-ohjattavien, liikkuvien robottien määrä on selkeä turvallisuusriski, joka on huomioitava.	5

TKID	Turvallisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
89	TOR-verkko mahdollistaa rikollisen toiminnan valvonnan ulottumattomissa.	5
92	Modulaarisuuteen liittyvät rajapinnat luovat hakkereille laajan toimintaympäristön, jossa tunnetut heikkoudet ovat käytettävissä. Riskialttius kasvaa, vaikka turvan laatu paranisi.	5
93	Kaupan siirtyminen koneille saattaa synnyttää systeemisiä riskejä huoltovarmuuteen.	5
94	5G-verkon turvallisuusvaikutukset ovat hyvin moninaiset.	5
95	Pilvipalveluiden sijainti vaikuttaa kansalliseen turvallisuuteen ja yritysten liiketaloussuojaukseen.	3
96	Globaali tekoäly on uhka kansalliselle turvallisuudelle, mutta joiltakin osin se saattaa kasvattaa yksittäisen kansalaisen turvallisuutta.	5
97	Lohkoketju on verrattain turvallinen nyt, mutta kvanttilaskennan edetessä, nykyiset lohkoketjut voidaan murtaa ja hajautettua järjestelmää on vaikea korjata.	5
98	Digielämykset voivat aiheuttaa riippuvuutta.	3
99	GDPR haittaa yksilötason turvallisuuden järjestämistä, mutta suojaaa yksilön tietoja.	5
100	VR-sisältö voi olla emotionaalisesti vaarallisen voimakasta tai aiheuttaa muita haittoja.	1

1.18 Yhteistyökyky



Arvonluontiverkoston raja: Arvonluontiverkoston päämäärä on yhteistyökyvyn kasvattaminen synergiahyötyjä tuottavissa asioissa. Yhteiskunta syntyy vuorovaikutuksessa muiden kanssa niistä tehtävistä, joissa jaettava kakku kasvaa. Oikeudenmukaisessa yhteiskunnassa jokainen voi yhteistyön avulla saavuttaa enemmän kuin yksin tekemällä.

Rajauksen piiriin kuuluvat yhteistyökykyä erityisesti palvelevat seikat, kuten ymmärrys potentiaalisten yhteistyökumppanien tarpeista ja mahdollisuuksista sekä luottamus heidän kanssaan tehtyihin sopimuksiin. Luottamustarve suhteutuu riskiin, joten riskiä vähentävät asiat kuuluvat tähän. Rajauksen ulkopuolelle jäävät muissa arvontiverkostoissa kuvattut yhteistyötä edistävät päämäärät, kuten turvallisuus ja etäisyyksien voittaminen logistiikan tai tietoliikenteen keinoin.

Tärkeimmät arvot liittyvät läpinäkyvyyteen, luottamukseen ja riskinhallintaan. Läpinäkyvyys mahdollistaa sekä tarpeiden että mahdollisuuksien tunnistamisen. Se vahvistaa myös uskoa siihen, että toiminta on puheiden mukaista. Luottamus voi perustua läpinäkyvyyden ja sanktion uhan lisäksi siihen, että etu koetaan aidosti yhteiseksi eli ollaan samassa veneessä. Riskien hallinta kytkeytyy edellisten lisäksi yhteistyön ja siihen liittyvien panosten ja tuottojen rytmitykseen. Mikäli yhteistyön hyödyt jakautuvat osapuolten kesken pieninä kertaerinä jää kiusaus vähäiseksi. Luottamuksen pettäminen ei johda suureen hyötyn tai menetykseen.

Transformaation keinot ja arvot: Suurin osa nykyisistä transaktioistamme rakentuu hierarkkisen luottamuksen ja kulttuuristen normien varaan. Uskomme, että tuotteet ja palvelut ovat myyjän väitteen mukaisia, koska viranomainen valvoo tuotantoa ja kauppaa. Uskomme luoton ottajaan samasta syystä, mutta saatamme vaatia vakuuksia ja takaajia. Sopimusrikkomuksista ja valheellisesta markkinoinnista määrätään myös sanktioita ja korvauksia.

Yhä useammin yhteistyö on kuitenkin sellaista, johon edellä kuvattu valvonta ei kunnolla sovi. Ostamme tuotteita ulkomaisesta verkkokaupasta tai huutokauppa-alustoilta. Palveluita ostamme yksityisiltä ihmisiltä alustayritysten kautta. Saatamme verkossa ryhtyä hankkeisiin hyvinkin erilaisten ihmisten kanssa ja antaa heille aikaamme. Tietojamme jaamme monenlaisilla alustoilla. Vastineeksi odotamme yhteistyön tuloksia. Rahoituksen yhteistyöhankkeisiimme saatamme saada normaalin finanssitoiminnan sijaan joukkorahoituksen avulla.

Luottamus perustuu tavallisesti luonnolliseen käsitykseen yhteisestä edusta tai sopimukseen, joka pyrkii varmistamaan yhteistyön edullisuuden eri osapuolille. Käsitys yhteisestä edusta voi syntyä monella tavalla. Yhteinen kokonaisuus voi esimerkiksi vaatia hyvin monien osapuolten taitoja. Jos osallistuminen on vaivatonta tai oman edun mukaista, ei vapaa- matkustajia tarvitse pelätä. Wikipedian ja Linuxin tapainen talkootyö on ollut erittäin tuloksellista ja luottamus yhteistyön hyödyllisyyteen ja yhteistyörakenteen toimivuuteen on kasvanut jatkuvasti.

Yhteistyön vaatiessa epätasaisia panoksia vaaditaan luottamusta kasvattavia toimia. Koston mahdollisuus tarjotaan sanktiomahdollisuutena sille, joka panostaa ensin. Toinen osapuoli siis kasvattaa luottamusta altistamalla itsensä mahdolliselle koston, jos sen osuus jäisi hoitamatta. Yksinkertaisin sanktio on julkinen moite. Tämä on erityisen tehokas, jos siihen tarjotaan uskottava alusta. Välittävä taho, kuten AirBnB, Booking.com tai Amazon näyttävät asiakkaiden arvostelut muille potentiaalisille asiakkaille. Tämä luo uskottavuutta alihankkijoiden lupauksiin.

Yksinkertaisin palaute liittyy peukutuksiin tai myynti- ja palautusmäärien esittämiseen. Yleisemmin voidaan puhua mainetaloudesta. Osapuolet laittavat maineensa pantiksi ja keräävät onnistumisista lisää mainetta.

Toiminnan läpinäkyvyys lisää luottamusta. Palautteiden uskottava esittäminen on yksi osa läpinäkyvyyttä. Toimintatapojen avaaminen tarkoittaa esimerkiksi reaaliaikaista kuvamaateriaalia, jatkuvia havaintoja prosessista tai kolmansien osapuolten myöntämiä laatuvarmenteita. Läpinäkyvyyttä voidaan myös lisätä varmentamalla jokainen tavara, tila ja palvelu yksilöllisellä identiteetillä ja tallentamalla siihen liittyvät toimet osapuolten nähtäväksi luotetun kolmannen tahon ylläpitämään pilvipalveluun.

Lohkoketju on huomattavin uusista läpinäkyvyyden keinoista. Kyse on hajautetusta järjestelmästä, jossa transaktiot varmennetaan kaikille osapuolille salakirjoittamalla ne osaksi katkeamatonta ketjua. Dokumenttien aitouden ja alkuperän osoittaminen on kenen tahansa tehtävissä. Lohkoketju poistaa tai automatisoi monissa asioissa luotetun kolmannen osapuolen roolin. Tunnetuin lohkoketjujärjestelmä on Bitcoin ja uusia, merkittävien tahojen tukemia hankkeita on runsaasti kehitteillä.

Vakuuksiin, takauksiin ja muuhun perinteiseen pankki- ja sijoitustoimintaan perustuvan uusien yhteistyöhankkeiden ja investointien rahoituksen rinnalle on nousemassa asiakkuuksiin ja kumppanuuksiin sekä yleiseen kiinnostukseen perustuva joukkorahoitus.

Tärkeimmät uudistavat arvot liittyvät globalisaatioon, yhteisöllisyyteen, uudistushaluun, helpouteen ja avoimuuteen.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Valtaregiimi perustuu kulttuurisiin normeihin ja viranomaistoimintaan. Luottamukseen vaikuttavaa tietoa yhtäältä estetään kertymästä vedoten yksityisyyteen. Toisaalta sopimuksellisia transaktioita ja viranomaisnormien noudattamista valvotaan monin eri tavoin. Yhteisöllisen luottamuksen ja itseorganisoituvuuden edellytyksiä on siis rajoitettu ja yhteiskunnallisen, institutionalisoidun luottamuksen toiminta-aluetta laajennettu.

Keskeisimmillään nykyistä hierarkkista luottamusjärjestelmää edustaa finanssiala, jossa pankkien vakavaraisuutta ja luottokäytäntöjä valvotaan. Pankit valvovat itse asiakkaidensa maksuliikennettä ja luottokelpoisuutta. Velkojen laiminlyönti johtaa pankkijärjestelmän sisällä luottokelpoisuuden menetykseen ja viranomaistoimintana asianmukaiseen tuomioon ja ulosottoon.

Suuri osa viranomaistoiminnasta on yhteistyön valvomista ja varmentamista tai sanktioitarpeen selvittämistä. Kuluttajasuoja, työlaainsäädäntö ja muut heikomman suojaksi säädetty normit ovat tästä esimerkkejä. Usein transaktioiden sisältöön liittyvä laaduntarkkailu ja varsinainen transaktioiden varmentaminen on liitetty osaksi samaa tehtäväkokonaisuutta.

Pankkiala on laajin mainituista sektoreista. Kotimaisten pankkien korkotuotot vuodelta 2016 olivat 4,3 miljardia euroa ja palkkiotuotot 1,9 miljardia euroa. Samaan aikaan pankkien hallintokulut olivat 2,6 miljardia euroa ja liikevoitto 2,7 miljardia euroa. Taseiden yhteenlaskettu arvo oli 426 miljardia euroa. Oman pääoman osuus tästä oli vuoden lopussa 6,2 prosenttia.

Tärkeimmät säilyttävät arvot ovat oikeusjärjestelmä, hierarkkisuus päätöksenteossa, kansallismielisyys ja yksityisyyden suojan arvostus.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Transaktiokustannusten ja hierarkkisuuden tehtäväkokonaisuuksia analysoimalla voidaan laskea luottamusrakenteiden kustannuksia. Tarkkaan arvioon lieenee mahdoton päästä, mutta kyse on selkeästi useista miljardeista euroista vuositasolla. Vertaisluottamus ja mainetalous kannustavat parantamaan toiminnan laatua sekä myyjänä, yhteistyökumppanina että asiakkaana. Hierarkkisuuden väheneminen ja luottamusverkostojen kasvu laskevat vallan väärinkäytöksen riskiä ja rakenteisiin liittyvän osaoptimoinnin vaaraa.

Läpinäkyvyyden lisääminen vähentää etsimis- ja sopimuskustannuksia sekä epävarmuuden riskiä. Tarjoajat ja tarvitsijat löytävät toisensa entistä helpommin ja vakuuttuvat yhteistyön mielekkyydestä. Joukkorahoituksen avulla hyvät ja tarpeelliseksi koetut ideat löytävät rahoituksen potentiaalisilta asiakkailta maineriskiä vastaan. Tällä tavoin monet sellaiset ideat tulevat rahoitetuiksi, jotka pankkien, osakemarkkinoiden ja etabloituneiden alan toimijoiden kautta eivät olisi rahoitusta saaneet. Transaktiokustannukset laskevat, kun alustojen automatisointi vähentää työtä. Mainetalous mahdollistaa laajat joukkoistukset erityisesti tiedon tuottamisessa. Suuri toimijoiden määrä parantaa saatavilla olevan tiedon laatua.

Muutoksen riskit liittyvät pyramidihuijausten kaltaisiin rakenteisiin sekä kansainvälisen alustatoiminnan ja kansallisen lainsäädännön mahdollisiin ristiriitoihin. Riskejä aiheuttaa ansaitsematon luottamus toimijoihin, jotka antavat toiminnastaan valheellisin keinoin luotettavan kuvan. Hajautetun luottamuksen mekanismeja ei hallita eikä valvota systemaattisesti, mikä johtaa helposti virheisiin.

Muutos on hidas, koska luottamus syntyy usein hitaasti. Me luotamme helpommin vanhoihin tuttuihin organisaatioihin ja hyvä maine kertyy huonoa hitaammin. Myös tavat ja tottumukset hidastavat uusien käytäntöjen omaksumista. Näiden lisäksi lukuisat säädökset määräävät asiat tehtäväksi vallitsevilla tavoilla. Toisaalta useat vertaisluottamuksen alustat ovat jo laajasti käytössä. EU:n Tietosuoja-asetus GDPR saattaa hankaloittaa merkittävästi luottamusrakenteiden hajauttamista.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Luottamusrakenteiden palveluksessa on nykyisin suuri osa oikeusoppineista, ohjelmistosuunnittelijoista ja sopimuksia neuvottelevista ekonomeista. Luottamusrakenteiden murros vaikuttaa heidän työtehtäviensä sisältöön olennaisesti. Uusia ja nousevia ammatteja ovat luottamusjohtaja, luottamuskonsultti, talkoolobbari, joukkoistusrekrytoija, vertaistyön moderaattori, motivaatiosuunnittelija ja -ennakoija sekä joukkorahoitusmanageri.

Muutoksen säädöstavoitteet: Tärkeimpinä tavoitteina tulisi selvittää vertaisluottamusrakenteisiin liittyvä sanktiointi ja valvontatoiminta, vertaisluottamuksen eri tasojen sertifiointitasojen määrittely, verkostovaikutusten moderointi dominanssin estämiseksi, talkoosisältöjen sekä lohkoketjujen omistajuus, vertaisluottamuksen virallistaminen viranomaishyväksynnän ja tutkintojen kaltaiselle tasolle ja rekisterinpidon kilpailun lisääminen sekä siirto soveltuvien osin vertaisverkkoihin niin yksityissektorilla kuin julkisissa rekistereissä. Luottamukseen liittyvien metatietojen ja rajapintojen vakiointimahdollisuus tulisi selvittää.

Kansalliset erityispiirteet: Suomi on yksi luottamusrakenteiden edelläkävijä.

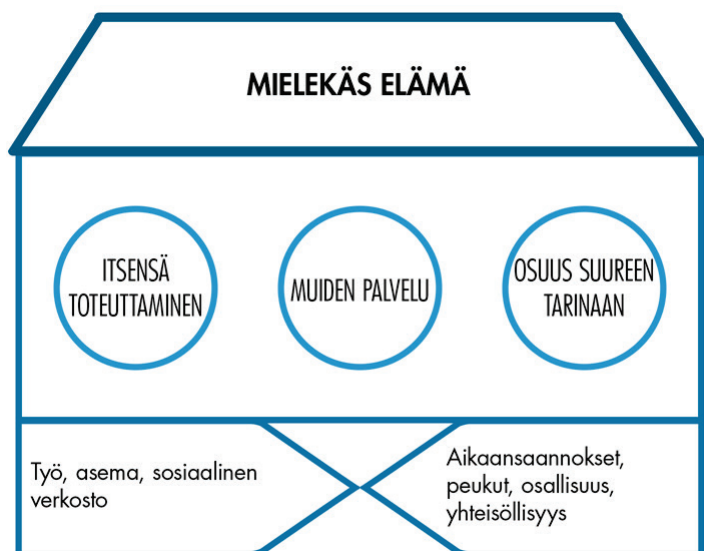
https://www.suomenpankki.fi/globalassets/fi/raha-ja-maksaminen/maksujarjestelmat/suomen-pankki-katalystina-maksuneuvosto/mn07_digitalisaatio_ja_fintech_suomessa.pdf

http://www.stat.fi/til/llai/2016/04/llai_2016_04_2017-04-18_tie_001_fi.html

TKID	Yhteistyökyky: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Tunteiden ja ajatusten jakaminen oletettavasti lisää yhteistyökykyä. Tarpeiden tunnistaminen auttaa tyydyttämään tarpeet.	5
3	Hoitosuhteessa luottamus kasvaa, jos elintoimintojen seuranta osoittaa toipumista. Luottamus aiheellisiin ravinto-, elintapa- ja lääkesuosituksiin kasvaa.	3
4	Vastaanotetun tuotteen helpompi tarkastaminen lisää luottamusta.	3
5	Kyky tunnistaa luotettavasti vastaanottamansa materiaalin alkuperä tai koostumus lisää luottamusta ja yhteistyökykyä sekä pienentää transaktiokustannuksia.	5
11	Tulkkauksen kasvattaminen yhteistyökykyä erikielisten ihmisten kesken.	10
12	Tekoäly tunnistaa petoksia lisäten aiheellista luottamusta ja yhteistyökykyä. Tekoäly myös auttaa hahmottamaan tarpeita ja ratkaisuja lisäten positiivista summapeliä.	5
13	Tekoälykehittäjien ja tekoälysovellusten yhteistyökyky lisääntyy.	5
14	Kasvojen tunnistus ja emootioiden analysointi lisäävät luottamusta.	5
15	Verbotit alustatalouden osana parantavat yhteistyökykyä ihmisten välillä.	3
17	Yhteistyö tavaroiden luonnissa edellyttää komponenttien yhteensovittamista. Olemassa olevien rakenteiden mallit edesauttavat yhteistyötä.	1
19	AR-lasit mahdollistavat hologrammitason kohtaamiset ja toisen ihmisen etäläsnäolon oppaana ja mentorina.	3
20	VR-lasit mahdollistavat läsnäolon yhteisessä virtuaalitodellisuudessa. Tämä saattaa edistää yhteistyökykyä saman verran kuin puhelin kirjeeseen verrattuna.	3
23	Hermoverkkoprosessoreiden vaikutusarvio on monitahoinen, mutta tekoälyn hajautuminen ja tehostuminen vaikuttavat luottamukseen ja yhteistyökykyyn monella erisuuntaisella tavalla.	5
24	Luottamus nykyisiin jukisen avaimen salauksiin romahtaa. Luottamus kvanttikommunikaation täydelliseen salaisuuteen kasvaa.	5
26	Lohkoketjuun pohjautuvat hajautetut transaktiot muuttuvat edullisemmiksi. Realistisen näköiset tilanteet on yhä helpompi väärentää.	5
28	Ratista vapautuva vuosittainen miljardi tuntia (Suomen mittakaavassa) on käytettävissä viihteeseen tai yhteistyöhön.	3
31	Lähialueyhteistyö voi sujuvoitua helpon automaattisen logistiikan avulla.	1
34	Työssäkäynti- ja asiointialueen laajentuminen parantaa yhteistyökykyä.	3
35	Globaalin satelliittiverkon kautta saadun tiedon alkuperään ja tietosuojaan on helpompi luottaa kuin useiden operaattoreiden verkon läpi tulleen tiedon luotettavuuteen.	1
37	Etäläsnäolo kätevän etäisen avulla parantaa yhteistyökykyä.	3
38	Yhteistyö lisääntyy esimerkiksi mallinnusprojekteissa, kun jokainen osallistuja voi itse valmistaa itselleen yhdessä mallinnetun esineen. Tavaroiden wikipedia kasvaa helposti hyvin laajaksi.	3

TKID	Yhteistyökyky: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
41	Tavaroihin liittyvä luotettava identiteetti ja sen takana olevat tiedot helpottavat jatkotilauksia, huoltoa, takuukysymyksiä, kuljetuksia, edelleen myyntiä ja vuokrausta.	5
51	Tavaroiden yhteiskäyttö helpottuu antibakteeristen ja likaa hylkivien pintojen avulla.	1
55	Simulointi mahdollistaa laajojen ryhmien yhteistyön ja avoimet innovaatiot.	1
61	Simulaatiot mahdollistavat laajan yhteistyön ja avoimen innovaation.	3
65	Dementikko ei ole uusien ihmisten kanssa varsinaisesti yhteistyökykyinen.	3
70	Merkittävä investointi hyvin volatiiliin tuotantoon ilman olennaisia muuttuvia kustannuksia on omiaan lisäämään yhteistyöhalua.	3
84	Pelillistäminen on osa monia luottamusrakenteita esimerkiksi peukutuksina ja se edistää sekä yhteistyöhalua että yhteistyökykyä, kun luotettavuus tulee näkyväksi.	10
85	Kryptovaluutat mahdollistavat luottamusrakenteita lain ulkopuolella tapahtuvassa toiminnassa ja pankkien ulkopuolella. Aikapankit kasvattavat koheesiota lähialueella.	3
86	Joukkorahoituksen ja mikrorahoituksen alustat kasvattavat yhteistyökykyä.	5
87	Parempi ymmärrys muiden ajantasaisesta osaamisesta lisää luottamusta ja mahdollisuus hankkia joustavasti osaamista sekä myös näyttää se, kasvattaa yhteistyökykyä.	5
88	Alustatalous tuottaa mielikuvan luotettavasta palvelusta ja jokaiselle samantyyppiseltä, reilulta toimintaympäristöltä.	3
89	Anonymiteetti lisää rikollisten ja kapinallisten yhteistyökykyä. Autentikointi ja salaustekniikat lisäävät myös laillista, luottamuksellista yhteistyötä.	3
90	Alustat lisäävät luottamusta ja yhteistyökykyä.	3
91	Alustat lisäävät yhteistyökykyä tuottamalla luottamustietoa ja laskemalla transaktiokustannuksia.	5
92	Robottiikan alihankkijoiden ja erilaisten päämiesten sekä asiakkaiden yhteistyökyky kasvaa radikaalisti, kun robotiikkaan syntyy moduulitason liitettävyyttä ja vaihdettavuutta.	5
93	Transaktiokustannusten lasku ja koneiden keräämä luotettavuustieto mahdollistavat tehokkaan jakamistalouden.	5
94	Viestintäyhteyksien paraneminen jaetun virtuaalitodellisuuden tasolle parantaa yhteistyökykyä.	5
95	Luotettujen kolmansien osapuolten palveluiden käyttö lisää yhteistyökykyä.	5
96	Globaali tekoäly voi tunnistaa vaihdannan tarpeita ja optimoida niitä tehokkaasti. Siihen voidaan oppia luottamaan ja yhteistyökyky voi merkittävästi kasvaa.	10
97	Lohkoketju helpottaa yhteistyötä ja kasvattaa luottamusta.	3
99	Pakotettu asiakastietojen siirrettävyysvelvoite lisää yhteistyökykyä.	3
100	Vaihdanta on mahdollista, jos alusta on yhteinen.	3

1.19 Tarkoituksellisuus



Arvonluontiverkoston rajaus: Tämän arvonluontiverkoston päämääränä on oman oleminen ja tekemisen kokeminen mielekkäänä. Puhutaan olemassaolon tai oman elämän tarkoituksesta. Sana tarkoituksellisuus viittaa Viktor Frankl'n termiin "meaningfulness of life" tai käsitteeseen "existential meaning". "Purposeful life" voidaan kääntää myös käsitteeksi merkityksellinen elämä.

Monet tämän raportin arvonluontiverkostot kuvaavat välillisiä tai päämääriksi muuttuneita keinoja, mutta tarkoituksellisuutta voidaan pitää yhtenä lopullisista päämääristä. Ihminen haluaa kokea olemassaolonsa vähintäänkin merkitykselliseksi, mutta mielellään jopa hyödylliseksi jonkin suuremman kokonaisuuden kannalta.

Tämän rajauksen sisään kuuluvat tarkoituksellisuutta luovat aatteet tai tarinat. Ryhmäidentiteetit ja keinot, joilla omien tekojen vaikutukset muihin voi havaita, auttavat ymmärtämään olemassaoloa osana jotakin suuremmalta tuntuva tavoitetta, jonka kautta oma oleminen tai tekeminen tuntuu mielekkäältä.

Tärkeimmät arvot liittyvät itsensä toteuttamiseen, muiden palvelemiseen ja suurempaan tarinaan tai missioon. Itsensä toteuttaminen näyttäytyy roolina, joka toteutuu ulkoisen arvostuksen, nautintojen tai aseman tavoittelun avulla. Se voi myös ilmetä omana tietoisena toimimisena kutsumuksen mukaisesti. Olemisen tarkoitus kumpuaa elämänhalusta, opituista käsityksistä ja aatteista tai kanssaihmisistä ja luonnosta.

Transformaation keinot ja arvot: Länsimaisen arvomaailman muutos kollektiivisesta yksilölliseksi on nostanut työn ja siihen liittyvän roolin merkityksellisen elämän keskiöön. Oleminen määrittänyt ammatti-identiteetin mukaan useammin kuin kotipaikan, uskonnon tai

suvun mukaan. Oleminen määrittänyt myös sen mukaan, mitä puemme päällemme, mitä kulutamme ja kuinka työnantajamme käyttäytyy. Suvaitsevaisuus on arvona yhä tärkeämpi, mutta olemisellemme on tärkeää, että torjumme luotamme kaiken sellaisen, jonka emme halua tarttuvan itseemme.

Työ on erikoistumisen ja vaihdannan lisääntyessä muuttunut kapea-alaiseksi samalla, kun abstraktiotason nousu on vähentänyt sen konkreettisuutta. Pysyviin ammatteihin sisältyy roolin kautta jonakin oleminen, kun epätyypillisiä työsuhteita määrittää voimakkaammin tekemisen ajatus. Moderni työ tehdään usein sellaisten ihmisten tarpeisiin, joita ei koskaan tulla näkemään, organisaatioissa, jonka arvoja ei jaeta ja esimiehelle, josta ei pidetä. Yritysten toiminnan tarkoituksellisuudesta on kuitenkin tulossa entistä tärkeämpi rekrytoinnin ja asiakasuskollisuuden peruste. Työelämä on muuttunut ristiriitojen kentäksi. Monet yritykset näkevät siksi vaivaa luodakseen itselleen mission, johon työntekijät ja asiakkaat voivat samaistua.

Digitalisaatio ja robotisaatio avaavat uudentyyppisiä kokonaisvaltaisia työtehtäviä, joissa merkitykset ovat keskiössä ja työ tehdään oman yhteisön jäsenille joko tietoverkoissa tai lähiyhteisössä. Työn vaikutukset voidaan nähdä teollista työtä helpommin. Erityisesti työn tuloksellisuuden mittarointi ja pelillistäminen voivat oikein tehtyinä lisätä yksilöllisellä tasolla olemisen ja tekemisen tarkoituksellisuutta.

Tarkoituksellisuus koetaan usein sen ryhmäidentiteetin kautta, johon samaistutaan. Esiteolliseen aikaan työ tehtiin omalle talolle ja kyläyhteisölle, joiden arvostus sillä saatiin. Ryhmäidentiteetti syntyi tavallisimmin kyläyhteisön tai suvun kautta. On mahdollista, että osaamiseröjen tasaantuminen ja tekoäly vähentävät ammatti-identiteetin merkitystä ja lähiyhteisö palaa tärkeimmäksi vertaisryhmäksi. Mikäli hierarkiat purkautuvat ja lähivalmistuksen osuus kasvaa, voi lähiyhteisölle tehdyn työn määrä jälleen lisääntyä. Merkityksellimmäksi saattaa jälleen nousta sen ryhmän arvostus, jolle ihminen tuottaa hyötyä, sen ryhmän sijaan, jonka kanssa hän kilpailee. On mahdollista palata tilaan, jossa omat ja lähipiirin tarpeet tyydytetään pääosin itse, missä vaiheessa puutarhan hoito on jälleen suurimerkityksinen asia.

Internet on olennaisesti helpottanut yhteydenpitoa itselle merkityksellisten ihmisten kanssa. Yhteinen tekeminen ja aikaansaannokset digitaalisissa yhteisöissä tulevat valtaamaan alaa virtuaalimaailman mahdollisuuksien avartuessa. Virtuaalimaailma kasvaa yhä laajempien piirien kohtauspaikaksi ja tekemisen ympäristöksi. AR-lasien avulla voimme olla lähipiirimme jatkuvasti yhteydessä ikään kuin olisimme samassa paikassa. Tämä voi muuttaa arvomaailmaa jälleen kollektiiviseen suuntaan. Samalla tämä voi vähentää ulkoisen aseman ja rahan avulla saatavan statuksen tärkeyttä.

Sosiaalisessa mediassa yhä useampi kokee mielekkäänä julkaista kuvia puutarhastaan, käsitöistään tai valmistamistaan ruoista. Yhä useampi myös pyrkii tuottamaan verkkoon asioita, joita muut peukutuksillaan arvostavat. Näyttää ilmeiseltä, että digitaalinen esilläolo avaa tärkeän kanavan niille, joiden valokuvia ennen ei kukaan ehtinyt katsomaan ja joiden runot jäivät pöytälaatikkoon. Antamisen ja jakamisen välineet ovat muuttuneet radikaalisti. Samalla jakamisen ulottuvuus on kasvanut globaaliksi ja samanmielisten löytäminen helpoksi.

Uusia merkityksiä syntyy lemmikkieläinten rinnalle tekoälyn kasvattamisesta, virtuaali-maailmojen rakentelusta, pelimaailmojen sankarin maineesta ja peleissä pulaan jääneiden auttamisesta. Aatteiden ajaminen ja ylläpito sekä itselle tärkeiden harrastusten edistäminen ovat nekin tietoverkkojen avulla helpottuneet. Globaalit ongelmat ovat jatkuvasti esillä ja niiden ratkaisemiseen esitetään jatkuvasti uusia keinoja. Auttamisen voi tehdä sellaisessa seurassa, johon itse uskoo ja jonka keinot voi selvittää. Omien tekojen vaikutukset näkyvät myös helpommin kuin annettaessa kolikoita kolehtiin.

Tarkoituksellisuuden kaipuuta voidaan käyttää monella tavalla. Elämäänsä pettyneet on historian aiemmissa vaiheissa rekrytoitu esimerkiksi armeijaan. Nyt merkitysyhteisö voi löytyä verkosta erilaisten ”ismien” kautta. Ihminen kaipaa elämälleen tarkoituksen ja ottaa helposti vastaan sellaisen, joka tyydyttää sen yhteisöllisin ja suurta tarinaa kertovin keinoin. Tuoreena esimerkkinä tämän ilmiön hyväksikäytöstä on ISIS. Mutta ilmiö ei siis ole uusi. Tietoverkot ja globalisaatio antavat ilmiölle kuitenkin olennaisesti uusia ulottuvuuksia ja mittasuhteita.

Tärkeimpiä uudistavia arvoja ovat kapinallisuus, aikaansaannokset, peukuttaminen, osallisuus suuressa tarinassa ja verkko- tai lähiyhteisö.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Tavallisia työhön liittyvän motivoinnin keinoja ovat olleet tehtävänimikkeet, arvonimet ja tutkinnot sekä taloudellinen kompensatio. Valtaregiimissä on paljon palkitsevia tehtäviä esimerkiksi opetuksen, hoitotyön, kiinteistöalan, juridiikan ja kaupan alalla, joissa työn hyödyllisyyden voi nähdä asiakkaiden silmistä. Mutta tavallisimmin niissäkin arvostus haetaan ammatti-identiteetin kautta vertaisryhmiltä.

Työt ovat usein tarkkaan rajattuja ja vaikutusmahdollisuus työn sisältöön on vähäinen. Usein työ koetaan tärkeäksi vain siitä saatavan ansainnan vuoksi. Merkityksellisiksi koetaan hedonistiset arvot, lähipiirin hyvinvointi ja sosiaaliset kokemukset. Näihin liittyy individualistisissa kulttuureissa itsekkeskeisyys ja itsekkyyys sekä suvaitsemattomuus, joka on myös kollektiivisen kulttuurin ja siihen usein liittyvän mekaanisen solidaarisuuden tavallinen piirre.

Työ on nykyisellään enimmäkseen paikkaan ja hierarkiaan sidottua. Työstä saatava palaute on satunnaista ja harvoin työn varsinaiseen tarkoitukseen liittyvää. Työsuhteisiin liittyvä epävarmuus ja esimiesten suuri rooli työn jatkuvuuden takaajina ovat nostaneet esimiehen miellyttämisen tärkeimmäksi käytännön arvoksi. Ristiriita esimiehen kanssa ja yhteisen näkemyksen puute työn tarkoituksellisuudesta johtaa helposti työn kokemiseen välttämättömänä pahana, jotta merkityksellinen osa elämää tulisi rahoitetuksi. Elämän tarkoituksellisuuteen liittyvät ongelmat johtavat helposti syrjäytymiseen, masennukseen ja lohdun hakemiseen nautintoaineista.

Yhdistysten, puolueiden, harrasteiden ja kirkon piirissä tehdään paljon merkitykselliseksi koettua vapaaehtoistyötä. Merkitys syntyy esimerkiksi toiminnassa mukana olevan yhteisön ajaman asian ja toiminnasta saatavien etujen, kaveripiirin tai arvostuksen vuoksi. Vapaaehtoista auttamistyötä tehdään myös paljon organisaatioiden ulkopuolella esimerkiksi naapuriapuna ja vanhuksia auttaen.

Suomen evankelis-luterilainen kirkko on niistä toimijoista suurin, joiden ensisijaisena päämääränä voidaan pitää tarkoituksellista elämää. Työntekijöitä oli vuonna 2016 noin 20 tuhatta, jäseniä neljä miljoonaa ja tuloja 890 miljoonaa euroa. Uskontojen ohella urheilu luo ihmisille tavoitteita. Liikuntapaikkojen kunnossapitoon ja urheilujärjestöjen avustuksiin kuluu vuosittain useita satoja miljoonia euroja ja järjestöjen jäsenmäärä on noin miljoona henkeä. Media käyttää paljon resursseja urheilun arvostuksen korostamiseksi. Yritysten, kolmannen sektorin toimijoiden ja ammattiryhmien hengennostatusilaisuudet ja ryhmäidentiteettiä vahvistavat rituaalit ovat nekin yhteenlaskettuna mittavaa organisoitua toimintaa.

Tärkeimmät säilyttävät arvot ovat muutoksen pelko, mukavuudenhalu, saavutettu tai tavoiteltu asema ja yhteisön paine.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Ammatti-identiteetin voimistuminen ensisijaisena ryhmäidentiteettinä vaikeuttaa työn kokemista merkityksellisenä. Koetun ryhmäidentiteetin muutos siten, että työn hyödyt koituvat oman identiteettiryhmän jäsenille ja työn tulosten arvostus tulee heiltä, lisää työn tarkoituksellisuutta. Mahdollinen muutos työn kokonaisvaltaisuuden ja vastuullisuuden suuntaan sekä tehtävien aiempaa selkeämpi tuloksellisuuden mittarointi edesauttavat tehtävien kokemista mielekkäinä. Mahdollisuus valita harrasteryhmät ja sosiaaliset yhteisöt maantieteestä riippumatta sekä mahdollisuus hankkia tietoja ja taitoja omasta mielestä tärkeiden asioiden aikaansaamiseksi lisäävät nekin osaltaan tarkoituksellisuuden kokemista.

Digitalisaatio mahdollistaa uudenlaiset merkitysyhteisöt ja kokonaisvaltaisemman suoraan hyötyjälle tehdyn työn, mutta osaamiseen ja työelämään liittyvien jäykkyyksien ja epävarmuuksien vuoksi siirtyminen itselle mielekkääseen tehtävään voi olla haastavaa. Mielekkään työn etsiminen voi siis olla monille vaikeaa, vaikka sellaisia tehtäviä syntyisikin. Petymys odotuksissa voi johtaa turhautumiseen ja häiriökäyttäytymiseen. Tietoverkkojen kautta voi siinä mielentilassa löytää merkitysyhteisöjä, jotka ovat tuhoisia. Tarkoituksellisuuden tarve ei aina kanavoidu muun yhteiskunnan myönteisinä pitämiin tekoihin.

Muutosta hidastaa se, että hyvin monilla ihmisillä on nykyisissä yhteisöissään asema ja tulot, joista ei haluta luopua minkään epävarman tulevaisuuden vuoksi. Nykyisiin rakenteisiin liittyy paljon symbolisia merkityksiä ja uusien merkitysten luonti edellyttää kulttuurista muutosta. Nykyinen valtaregiimi tukee perinteisiä merkityksiä ja toimii hierarkkisten sekä paikallisten rakenteiden toimintatavoilla.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Uusia ja nousevia ammatteja ovat esimerkiksi arvokonsultti, merkityksellisyysmuotoilija, pelillistäjä, omavaraiskonsulentti, omavaraistarvikekauppias, elämänhallintaopas, virtuaalielinympäristön kehittäjä, koheesiomanageri, tarpeenetsijä, logoterapeutti, hahmoterapeutti, heimopäällikkö, AI-kavereiden paimen, e-urheilumanageri, kohinanpoistaja, AI-tietoisuusasentaja.

Muutoksen säädöstavoitteet: Tarkoituksellisuuden lisääntymistä edistää pienuuden ekonomin esteiden poisto. Käytännössä tämä tarkoittaa byrokratian aiheuttaman kuorman vähentämistä erityisesti pieniltä toimijoilta. Uudet merkitysyhteisöansiot tulisi tunnustaa geneerisesti, kun nyt julkisesti korostetaan ainoastaan perinteisiä toimintamuotoja. Päätösvaltaa tulisi delegoida fyysiseltä paikallistasolta ja valtiolta asiayhteisöille. Omavaraistalous

tulisi mahdollistaa yhteisötasolla ainakin tuotannon, energian, opetuksen ja elintarvikkeiden osalta. Kehityksen ja kokeilujen esteitä tulisi purkaa. Haitallisten ismien ja tuhoisien aatevirtausten syntyä ennaltaehkäiseviä tai moderoivia säädöstarpeita tulisi selvittää.

Kansalliset erityispiirteet: Järjestöjen osuus Suomessa on suuri ja kansallinen kulttuuri kansainvälisesti tarkasteltuna varsin yhtenäinen sekä maallistunut.

<https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/38285>

<https://evl.fi/tietoa-kirkosta/talous>

http://www.liikuntaneuvosto.fi/files/380/vln_toimintakatsaus_19112015_final.pdf

TKID	Tarkoituksellisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Itsetuntemuksen kautta oman itsensä identiteetin ja tarkoituksen rakentaminen esimerkiksi pelillistämisen keinoin.	5
2	Perimän kautta juurien kaltainen itseymmärrys. Synteettiset DNA:han kirjoitetut tarinat jatkuvuutena ja synteettisen elämän luominen osana suurta tarinaa.	5
3	Elämä itsessään on useimmille tarkoituksellinen asia, ja jos omien tekojen vaikutukset voi havaita kehon hyvinvoinnissa, muuttuvat teot helpommin tarkoitukselliseksi.	5
5	Materiaalien kehittämisestä tai tunnistamisesta voi tulla harraste ja yksi elämän sisällöistä, kun sitä kyetään luotettavasti itse mittaamaan.	1
7	Saadessamme luotettavia tietoja, esimerkiksi lämpökameran avulla tiedon siitä, onko seurustelukumppanimme rakastunut, lisää se ehkä tarkoituksellisuutta elämäämme.	3
8	Mikään ei ole niin tärkeää kuin puutarhan hoito. LED-valo suo klassisen ymmärryksen moderneille kaupunkilaisillekin. Elämä kädestä suuhun tuntuu tarkoitukselliselta.	5
11	Puheteknologia mahdollistaa puhuvat hahmot, joihin ihminen voi kiintyä kuten lemmikkiin. Tulkkaus avaa mahdollisuuden laajempaan vaikuttamiseen.	5
12	Oppivat koneet voivat olla yksi elämän tarkoituksista ja edustaa omien ajatusten jatkuvuutta tai meemien kehitystä kanssaihminen ja eläinten auttamisen sijaan.	5
14	Emotionaalinen kone voi olla merkityksellisen tuntuinen autettava. Ihmisen emotioiden lukeminen auttaa konetta etsimään merkityksellisen tuntuista kysymyksiä ja tehtäviä.	10
15	Ihminen kokee keskustelun merkityksellisenä ja tarkoituksellisenakin. Puhuva kone on kirjaa intensiivisempi keskustelutoveri ja voi vahvistaa tarkoituksellisuuden tunnetta.	3
16	Manuel Castellsin osoittama ristiriita virtojen ja paikkojen tilan ihmisten välillä liudentuu, kun keinoja ja kohteita yhdistetään. Vaikutus kuvattu tarkemmin kirjassa Digital Cities III.	3
19	Kun maailman oppii näkemään pintaa syvemältä ja saa siitä helpommin tietoja. Kun oppivat virtuaalilemmikit ovat seurana, voi elämä olla tarkoituksellisemman tuntuista.	3
20	Virtuaalimaailmat voivat olla yhteisöllisiä ja jaettuja ja niistä voi tulla fyysistä elinympäristöä tärkeämpiä elämisen, kasvattamisen ja rakentamisen paikkoja.	10
22	Elämän tallentaminen yksityiskohtaisesti ja kokonaisuudessaan on merkityksellistä ja tekee elämisestä merkityksellisempää ainakin osalle ihmisistä. Unohdus ei sitä ole.	5

TKID	Tarkoituksellisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
23	On vaikea arvioida, miten tekoälyn jokapäiväistyminen vaikuttaa. Osa ihmisistä voimaantuu, osa marginalisoituu. Jako muuttuu nykyisestä erilaiseksi. Ihmisyys muuttuu.	10
24	Monista luottamukseen liittyvistä turbulensseista johtuen usko elämän tarkoituksellisuuteen horjuu monilla. Multiverse-ajatus tekee filosofisella tasolla valinnat turhiksi.	3
27	Liikuntarajoitteiden väheneminen helpottaa itsensä toteuttamista ja merkityksellistä elämää.	5
28	Liikkumisen vapaus kasvattaa mahdollisuutta merkitykselliseen elämään.	3
34	Työssäkäynti- ja asiointialueen kasvu kasvattaa mahdollisuuksia merkityksellisen tuntuisten yhteisöjen synnylle ja niihin mukaan pääsemiselle.	3
35	Avaruuden valloitus on myyttinen tarina, jonka moni kokee merkitykselliseksi.	3
37	Etäläsnäolo muuttuu yhä tärkeämmäksi ja lähes fyysisen läsnäolon veroiseksi virtuaalitodellisuuden rinnalla. Kosketus ja sormien tunto tekevät siitä lähes todellista.	3
38	3D-tulostus helpottaa monia harrastuksia. Fyysiset esineet ja niiden tekeminen tuntuvat merkityksellisiltä ja lukuisat eri alojen harrastajat ja keksijät käyttävät 3D-tulostusta.	3
39	Luovuuden ja yksilöllisyyden saadessa tilaa rakennuksissa voi se kasvattaa elämän merkityksellisyyttä.	1
41	Tavaroiden, kasvien ym. historiatieto ja opetettavat tai juoruavat virtuaalipersonat sekä niiden omatoiminen yhteydenpito voivat tuottaa elämään merkityksiä.	3
44	Asusteet ovat osa identiteettiä ja robottiräättäli mahdollistaa edullisen yksilöllisyyden.	3
50	Kestävä kehitys on tärkeä pyrkimys ja jatkuvuus yksi tarkoituksellisen elämän peruskivistä.	3
53	Ihmisen kaltaiset, tekoälyn avulla oppivat koneet voivat muuttua itsessään tärkeiksi.	5
54	Monilla vesipulasta kärsivillä alueilla makean veden helppo tuottaminen mahdollistaa mm. puutarhanhoidon ja oman elintarviketuotannon.	3
57	Terveen elinikäodotteen kasvu lisää mahdollisuuksia merkityksellisen elämän etsintään.	10
60	Aikuisen ihmisen perimän muuntelu nostaa ihmisen omaksi luojakseen ja niille, joille elämä on performanssi, tulee uusia työkaluja käyttöönsä.	3
61	Elämän simulointi johtaa tärkeisiin kysymyksiin elämän merkityksestä.	3
65	Dementikko kadottaa suuren osan elämän merkityksellisyydestä.	10
66	Eläinsuojelu on hyvin monille tärkeä ja merkityksellinen tavoite.	10
67	Mikään ei ole niin tärkeää kuin puutarhanhoito - merkityksellisyys kasvaa.	5
69	Ihmisen perimän syväjäädyttäminen ja lisääntymisen mahdollisuus ovat jatkuvuuden tunteen kautta osa elämän tarkoitusta.	3
70	Uusiutuva energia on osa taistelua maailman pelastamiseksi.	3
71	Uusiutuva energia on osa taistelua maailman pelastamiseksi.	3
74	Uusiutuva energia on osa taistelua maailman pelastamiseksi.	3
77	Omavaraistalous kasvattaa oman työn ja olemisen tarkoituksellisuuden tunnetta.	3
84	Oman käytöksen muuttuminen muille näkyväksi kasvattaa sen tarkoituksellisuutta.	5

TKID	Tarkoituksellisuus: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
85	Aikapankin kasvattavat yhteisöllisen tekemisen merkityksellisyyttä.	1
86	Talkoot ja kampanjat kasvattavat yhteisöllisiä merkityksiä ja ryhmäidentiteettiä.	3
87	Kysymys: "Kerro, kuka olet?" Vastaus usein nimeää ammatin tai tutkinnon ja kotipaikan. Tutkinnon kynnysten poisto lisäisi tarkoituksellisuutta.	5
90	Lähiyhteisön vahvistuminen helpottaa elämän tarkoituksellisuutta.	3
91	Alustat tarjoavat matalan kynnyksen työtä, joka voi estää syrjäytymistä. Alusta voi myös antaa näyttää taitonsa ilman estäviä välikäsiä, kuten tubettaja-esimerkit osoittavat.	5
94	VR/AR-maailman hyvätasoinen läsnäolo voi lisätä tarkoituksellisuuden tunnetta.	5
96	Globaali tekoäly voi vaikuttaa tarkoituksellisuuteen monella ennakoimattomalla tavalla.	5
98	Taide on yksi elämän tarkoituksista ja digitaalisuus avaa suuria mahdollisuuksia.	5

1.20 Valtarakenteet



Arvonluontiverkoston raja: Tämän arvonluontiverkoston päämäärä on yhteisten päätösten optimaalisuus. Jokaisella organisaatiolla on sidosryhmiä ja organisaatiot palvelevat näiden yhteistyön toiminnallisena puitteena. Sidosryhmillä on jokaisella omat tavoitteensa. Organisaation valtarakenteiden tavoitteena on yhdistää intressit ja toimia päätöksenteossa yhteisesti tarkoituksenmukaisella tavalla.

Tässä ei arvioida sidosryhmien tavoitteita vaan keskitytään ainoastaan siihen, minkälaiset organisatoriset keinot ja valtarakenteet parhaiten tuottavat sidosryhmien tavoitteet. Ongelmia esiintyy lähinnä opportunistin ja osaamattomuuden vuoksi. Huomio kohdistuu yhteisiä resursseja pääosin käyttävän julkishallinnon toimiin, mutta markkinan, hierarkian ja omatoimisuuden välinen jako ja siinä mahdolliset muutokset ovat rajauksen sisällä. Tähän kuuluvat myös päätösvallan siirtyminen kansalliselta globaalille tai kollektiiviselta yksilön tasolle.

Tärkeimmät päätöksentekoon liittyvät arvot ovat tuloksellisuus, yhteistyökyky ja tasa-arvo julkisessa toiminnassa. Tuloksellisuus viittaa sidosryhmien tavoitteiden ja uhrausten suhteeseen, yhteistyökyky päätöksenteon kykyyn järjestää tuloksellinen yhteistoiminta. Tasa-arvo voi viitata moniin eri asioihin sidosryhmistä riippuen.

Transformaation keinot ja arvot: Julkinen valta on organisoitu maantieteellisen aluejaon mukaan kuntiin, maakuntiin, valtioihin ja niiden liittoihin. Valtiot vaikuttavat olennaisesti yritystoimintaan. Vallankäyttö organisaatioissa on lähes poikkeuksetta järjestetty delegoimalla vastuut taloudelliseen vastuuhierarkiaan tai laadullisen ja taloudellisen ohjauksen kautta matriisimuotoon.

Digitalisaatio vapauttaa ajasta ja paikasta sekä automatisoi yksinkertaisen päätöksenteon. Rajankäynti julkisten ja yksityisten tehtävien välillä tulisi muuttuneessa tilanteessa tehdä uudelleen. Monikansalliset yritykset, rajat ylittävät verkostovaikutukset ja sosiaalinen media siirtävät valtaa rajojen ulkopuolelle.

Demokratiaan kuuluva subsidiariteettiperiaate eli läheisyysperiaate tarkoitti alun perin sitä, että kustakin asiasta päättävät ne, joita se lähinnä koskee. Aluksi kyse ei ollut yksinomaan maantieteellisestä läheisyydestä. Aiheenmukainen läheisyys oli myös tärkeä periaate. Osallistava päätöksenteko on askel takaisin tämän aiheenmukaisen läheisyyden suuntaan. Varat jaetaan nykyään hallintokoneistoon kullekin koneiston osalle, mutta ne tulisi osoittaa selkeämmin kohderyhmille, joiden omia arvoja ja valintoja kunnioitetaan päätöksenteossa.

Monimutkaistumisen myötä on tullut ongelmaksi samojen ihmisten osallistuminen useiden eri alojen päätöksentekoon. Yrityksissä ongelma on vähentynyt alueellisten monialayritysten korvauduttua valtakunnallisilla ja kansainvälisillä erikoistuneilla ketjuilla. Valtion virastot ovat samalla tavoin erikoistuneita, mutta kunnallisissa tehtävissä kukin pieni kunta vastaa itse, paikallisen monialayrityksen tavoin, kaikista tehtävistään joko suoraan tai monimutkaisten kuntayhteenliittymien kautta.

Hallinto voitaisiin hajauttaa aiheen mukaisen subsidiariteettiperiaatteen avulla. Kukin asiahallinto voisi olla maantieteestä riippumaton ja kilpailevia hallintoja voisi olla kaikissa niissä tehtävissä, jotka eivät ole paikkaan sidottuja. Päättäjät valittaisiin demokraattisesti kuhunkin aihealueeseen erikseen niiden toimesta, joita kyseinen asia lähinnä koskee. Kaa-voitus ja kunnallinen infrastruktuuri eivät ehkä voisi olla kilpailtuja hallinnonaloja, mutta koulutoimi, sosiaalitoimi ja rakennusvalvonta esimerkiksi voisivat toimia kilpailumallissa. Tässä ei tarkoiteta markkinaehtoista kilpailua vaan julkishallinnon sisäistä kilpailua. Aiheenmukaista demokratiaa lähestyisi valtion tasolla se, että kansliapäälliköt valittaisiin vaaleilla.

Hyvin monet hallinnon asiat ovat rutiinimaisesti hoidettavissa. Henkilötyö on usein tarpeettoman runsasta hallinnollisten määräysten vuoksi. Lait, asetukset ja valvonnan järjestäminen ovat pakottaneet kuntia toimimaan itsensä kannalta epätarkoituksenmukaisin tavoin. Hallinnon määräysten siirtäminen tekoälyn, pelillisten järjestelmien, simuloinnin ja joukkoistuksen avulla toimeenpannuiksi antaisi aluehallinnolle huomattavasti paremmat välineet suorittaa oma tehtävänsä tehokkaasti ja virheettömästi. Toisaalta valtionhallinto saisi paremmin huomioitua alueelliset erityispiirteet ja yksilöllisten tarpeiden monimuotoisuuden.

Alustaosuuskunnat tietoverkoissa ovat jäsentensä hallitsemia elimiä yhteisen hallinnon ja markkinoinnin organisoinniksi. Alustayrityksissä ja alustaosuuskunnissa päätös kunkin työn vastaanotosta suoritetaan jäsenen toimesta. Jäseniä voivat olla palveluiden käyttäjät tai niiden tarjoajat alustasta riippuen. Alusta tarjoaa tehtäviä suoritettavaksi, kerää niistä palautteet ja suorittaa yhteydenpidon potentiaalisten asiakkaiden suuntaan. Alusta myös hoitaa laskentatoimen, laskutuksen ja tarvittaessa työn ohjauksen. Alustaosuuskunnille voisi antaa huomattavan suuren vastuun monista nykyiseen demokratiaan liittyvistä hallintotehtävistä.

Markkinoiden ja hierarkian rajankäynti voitaisiin tehdä talouden Nobelin saaneen Oliver E. Williamsonin oppien mukaan. Luonnollisen monopolin helposti synnyttävät asiat kuuluvat sen mukaan hierarkkisesti hallittaviksi ja kilpailutilanteen säilyttävät asiat markkinoiden hoidettaviksi. Teknologiakehitys muuttaa nopeasti sitä, mitkä asiat sopivat milläkin tavoin hallituiksi. Mitä runsaammin teknisiä vaihtoehtoja ja vähemmän julkisia varoja asioihin liittyy, sitä paremmin ne sopivat markkinoille. Toisaalta yhteiset alustat ja rajapinnat sekä suurten toistuvien asioiden valvonta sopivat julkisen vallan tehtäväksi. Näiden lisäksi on luonnollisesti huomioitava tasa-arvon ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden kysymykset.

Tärkeimmät uudistavat arvot ovat vertailtavuus, vaihtokelpoisuus, avoimuus, valinnan mahdollisuus ja kilpailu.

Valtaregiimin keinot ja arvot: Rakenteista valtaa käyttävät puolueet, suurten yritysten hallituseliitti, virkamieskoneistot, etujärjestöt ja media. Hallinnon rooli nykyisissä työtehtävissä on merkittävä, oli sitten kyse yrityksistä, julkisesta vallasta tai kolmannesta sektorista. Runsaas lainsäädäntö, moninaiset valvontatoimet ja mutkikas työelämän käytäntöjen viidakko kasvattavat hallintoa. Tämä vaikeuttaa erityisesti pienten yritysten toimintaa. Monimutkaisen hallinnon voi väittää yleisesti sekä heikentävän päätösten laatua että kasvattavan eriarvoisuutta suuren organisaatiokoon keinotekoisien suosimisen kautta.

Valtaa tavoitellaan ja sitä käytetään omien eturyhmien suosimiseksi. Tämä koskee kaikkea rakenteista valtaa niin julkisissa organisaatioissa, yrityksissä kuin kolmannella sektorilla. Muiden rahoja käytetään helposti väärin, jos valvonta on riittämätöntä tai mittarit harhaanjohtavia. Suuriin investointeihin ja rahoitusalaan kuuluu tyypillisenä ongelmana suuri avoin loppupää, jonka vuoksi kannattavuuden toteaminen on mahdotonta ja laskenta perustuu uskomuksiin. Kaivosteollisuudessa jälkikäsittely ja kolmansille aiheutettujen haittojen sivuuttaminen tuottavat saman ongelman. Näistä maksetaan silti bonuksia. Hallitusten jäsenet myös mielellään valitsevat toisiaan hallituksiin ja toimitusjohtajiksi tavalla, josta syntyy keskinäisen lojaliteetin piiri ja pyrkimys palvella tämän omaksi koetun piirin etua.

Julkisen vallan tarvitsemat tiedot kerätään usein jälkilaskennan sekä muiden organisaatioille asetettujen raportointivelvoitteiden avulla. Merkittävä osa suorittavaa työtä tekevien ihmisten ajasta kuluu seurannan tietojen toimittamiseen. Tietojen hyödyntämisaste ja tarpeellisuus ovat usein kyseenalaisia ja digitalisaation avulla sekä jakamalla tehtävät toisin olisi toimintoja mahdollista järjestyttää. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista säädöksiä muuttamatta.

Kuntatalous on suurin yksittäinen hallinnon sektori. Kuntien yhteiset toimintakulut olivat 36,7 miljardia euroa vuonna 2016. Kuntia oli tuolloin 313 ja kuntayhtymiä 144, joissa kussakin on tehty sekä poliittisia päätöksiä että virkamiespäätöksiä kaikkien kunnan hallinnonalojen tarpeisiin. Kilpailulainsäädännön vaatimat kilpailutukset ovat usein liian vaativia ja työläitä ja päätökset hyvin moninaisia erityisesti kunnanvaltuutetuille, joilla ei voi olla kaikkien alojen asiantuntemusta.

Julkisen talouden vaikutus yrityksiin ja yksityistalouksiin ylittää merkittävästi julkisen talouden koon. Pankit esimerkiksi lainaavat rahaa, jota ne eivät itse ole ansainneet eivätkä saaneet lainanantajilta käyttöönsä vaan yhteiskunnalta saamansa aseman perusteella. Kyse on selkeästä privilegeista, kuten kaivostoiminnassa ja monessa muussa yhteisten resursien käytössä. Vastuu tämän privilegion antaman erittäin suuren päätösvallan käytöstä ei tällä hetkellä ulotu kansalaisiin, joista vain harva ymmärtää, miten suuri ja salaiseksi määritelty talouden ohjausvalta pankeilla on.

Nykyistä rakennetta säilyttävät arvot ovat konservatiivisuus, normatiivisuus ja keskittyminen Platonin kysymykseen siitä, kuinka valitaan se, joka päättää. Demokraattisen päätöksenteon hajauttamisen mekanismeja pohditaan ääni harvoin. Vaihtoehtona nähdään vain markkina.

Muutoksen hyödyt, riskit ja hidasteet: Jos julkisen hallinnon poliittista päätöksentekoa muutetaan aluesidonnaisesta asialäheiseksi, kasvaa päätöksenteon asiaosaaminen. Päätöksenteko käytännössä demokratisoituu ja subsidiariteettiperiaatteelle syntyy tilaa niissäkin asioissa, jotka eivät ole maantieteestä riippuvaisia. Jos aluehallinto luovuttaisi tilaa keskenään kilpaileville edustuksellisesti valituille hallinnoille, lisäisi tämä valinnanvapautta, vertailtavuutta, kokeilevuutta ja päätösten laadukkuutta.

Päätökset perustuvat usein huonoon tietoon. Tiedon keruu joukkoistuksen, prosesseihin rakennetun tiedonkeruutaution ja vaihtoehtojen simuloinnin avulla parantaisi päätöksenteon laatua. Normien koodaaminen vuorovaikutteisiin, pelillisiin alustoihin ja tekoälyyn mahdollistaisi nykyistä joustavamman ohjauksen.

Muutoksen riskeinä voidaan pitää kasvavia kustannuksia rinnakkaisesta hallinnosta, mikäli suuruuden ekonomiaa on. Toisaalta kuntakohtaisesti hallintoa toteutetaan nytkin yli 300 rinnakkaisen valtuuston alaisuudessa, jotka hallinnot ovat lisäksi osin päällekkäisiä valtion, kuntayhtymien ja alihankkijoiden hallinnon kanssa.

Osallistavan demokratian lisääminen aihekohtaiselle tasolle ja keskenään kilpailevien aihehallintojen luominen nykyisen kunnanhallinnon tilalle on tuskin nykyistä menettelyä raskeampaa. Merkittävä riski voi olla sekavuus, jos äänestäjät eivät halua valita erikseen päättäjiä eri hallinnonaloille vaan ainoastaan yhden kuntaan, yhden maakuntaan ja yhden edus-

kuntaan sekä yhden presidentiksi. Riskiksi voi myös muuttua yhdenvertaisuus, jos keskenään kilpailevat hallinnot toteutettaisiin epätasa-arvoisella tavalla. Asiaa voitaisiin verrattain riskittömästi edistää siirtämällä ensin yksittäinen osa-alue demokraattisille alustaosuuskunnille hoidettavaksi.

Muutosta hidastavia tekijöitä ovat mm. pitkä hallinnon perinne ja vaikeus edes kuvitella käsitteellisiä muutoksia nykyiseen. Demokratia tarkoittaa monille kunnanvaltuustojen, eduskunnan ja presidentin valintaa sekä virkamieskuntaa, jonka poliitikot valitsevat. Nykyiset hallinnon, yksityissektorin ja kansalaisten väliset vastuurajat sekä rakenteet ovat sisäänrakennettuja hyvin moneen lainsäädäntöön. Tekninen valmius rinnakkaisten hallintojen ja hajautuksen sekä alustatalouden mallien hyväksikäyttöön olisi Suomessa hyvällä tasolla, mutta näitä hallinnon vaihtoehtomalleja ei tunneta eikä niistä keskustella edes käsitteellisellä tasolla.

Nousevat ammatit ja osaamisvajeet: Päätöksenteon tietojärjestelmät tulevat muuttumaan olennaisesti kansalaisten tietoteknisten valmiuksien, digitalisaation ja tekoälyn vuoksi. Tämä vaikuttaa myös vallan alueelliseen jakaumaan. Uudet ja nousevat ammatit muutoksen seurauksena ovat mm. simulointiasiantuntija, joukkoistuskoodinaattori, tietojen luotettavuusarvioija, onnellisuusoperaattori, uraoperaattori, ekosysteemien kehkeyttäjä, metatiedon yhteensovittaja, tekoälyn luotettavuusvalvoja, hallinnon pelillistäjä, hallintokilpailuttaja, tekoälyhallinnon kohtuullistaja, tekoälyhallinnon tarkastaja, priorisointivaihtokusten simuloija, hallintoalustakehittäjä ja hallintoalustamoderaattori.

Muutoksen säädöstavoitteet: Bruttokansantuotteesta tulisi siirtyä resurssitasepohjaiseen laskentaan. Ulkoishaittojen huomiointia tulisi kehittää. Markkinatoimijoille soveltuvien ja soveltumattomien asioiden tarkastelu tulisi tehdä systemaattisesti siihen tarkoitettuna transaktiokustannusteorian pohjalta etupiirijattelun sijaan. Yhteiskunnan myöntämien privilegeiden perusteella toimivilta organisaatioilta tulisi vaatia nykyistä suurempaa läpinäkyvyyttä ja yhteiskuntavastuuta.

Hallinnon subsidiariteettiperusteen aihepohjaisuutta tulisi selvittää ja kuntien vastuita edelleen vähentää asioissa, joissa etäisyyksillä ei ole suurta merkitystä. Hallintoalustojen kehitys tulisi vastuuttaa ja tekoälyhallinnolle tulisi luoda puitteet. Vaihtoehtoisten hallintojen demokratia tulisi valmistella. Suurten virastojen johtamisjärjestelmää tulee tarkastella vaihtoehtoina poliittisesti valittu virastohallitus tai vaaleilla valittu johto. Päätösperusteet ja niiden simulointi on tehtävä läpinäkyväksi ja kansalaisille on tuotettava avoimia simulointimalleja.

Kansalliset erityispiirteet: Kansallinen valtarakenne on hyvin kerhomainen.

http://www.stat.fi/til/kta/2016/kta_2016_2017-06-02_tie_001_fi.html

TKID	Valtarakenteet: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
1	Ajatusten ja tunteiden lukeminen tuottaa suuren vallan, jonka käyttöä tahdon vastaisesti ei demokraattisissa maissa normaaliolosuhteissa hyväksytä.	3
4	Ympäristötiedon laajempi saatavuus kansalaistasolla johtaa politiikassa laadukkaampiin päätöksiin, kuten täsmällinen tieto rakennushomeesta tai muusta ilmanlaadusta.	3

TKID	Valtarakenteet: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
5	Kansalaisten laaja kyky tunnistaa kiistattomasti ongelmia parantaa päätösten laatua.	5
11	Aina saatavilla oleva tulkkaus helpottaa ymmärtämistä ja parantaa päätöksiä tilanteissa, joissa tiedot saadaan päättäjille vieraalla kielellä.	3
12	Tekoälyn avulla voidaan nostaa esiin päätöksiin vaikuttavia seikkoja, päätösten taustoja ja arvioida päätösten laatua sekä osoittaa parhaita valintoja suhteessa tavoitteisiin.	20
13	Alustat helpottavat erilaisten intressiryhmien omia tekoälyprojekteja.	3
14	Päättäjien kasvojen, äänen ja ilmeen väärentäminen jopa reaaliaikaisessa kuva-puhelussa saattaa johtaa päätöksenteon ongelmiin. Emootioiden luku tuo lisää päätöstietoa.	5
15	Henkilökohtainen tekoälyagentti voi auttaa päättäjää löytämään ja muistamaan päätöksentekoon ja neuvotteluihin tarvittavat asiat ja edistää hallinnon sujuvuutta.	3
16	Tilannekuvan parantuminen johtaa parempiin päätöksiin.	3
18	Simulaatiomallit ja niiden sovittaminen asiantuntija-aineistoihin auttaa kausali-teettien ymmärtämisessä sekä tekoälyn opettamisessa päätösvaihtoehtojen arviointiin.	5
20	Pätöksentekoon vaikuttavien asioiden kokeminen virtuaalitodellisuuden kautta ja jaetussa yhteisessä tilassa parantaa päätösten laatua.	5
22	Yksityiskohtien tallennus koosteiden sijaan mahdollistaa tekoälylle mikrotason kausali-teettien havaitsemisen ja auttaa löytämään väärät yleistykset.	3
23	Tekoälyn tehostuminen mahdollistaa yhä hienojakoisempien ilmiöiden analysoinnin ja päättäjien rooli saattaa kaventua strategisen pelaajan, tekoälyn rinnalla.	10
24	Muutokset tulevat olemaan siten suuria ja "yllätyksellisiä", etteivät päättäjät ole niitä ennakoineet ja vaikutus päätösten osaavuuteen onkin selkeästi negatiivinen.	5
26	Simulaatioiden ja tekoälyn tehostuminen parantaa päättäjien käytössä olevia tietoja.	10
34	Asiointi- ja työssäkäyntialueiden laajentuminen maakuntarajoista olennaisesti poiketen kasvattaa jännitteitä ja vaikeuttaa hyvien päätösten syntymistä.	5
35	Yhä tarkempi satelliittien avulla saatava tieto sekä maapallon tilasta että tapahtumista parantaa päätösten tiedollista pohjaa.	1
38	Fyysiset pienoismallit helpottavat päätöksentekoa. 3D-tulostus auttaa siinä.	1
40	Käsitys itseorganisoiduvista prosesseista ja niiden mallinnus kehittää samalla yhteiskunnallista mallinnusta itseorganisoiduvana prosessina.	3
41	Ympäristöstä kertyvä data lisää päätösten tietopohjaa.	3
42	Monet palveluista ovat globaaleja ja siirtävät päätöksentekoa globaalitasolle.	5
50	Kiertotalouden ymmärtäminen on päätöksenteon olennaisia kysymyksiä. Yleistyminen kasvattaa ymmärrystä. Systeeminen mallinnus auttaa päättäjää.	3
54	Makean veden helpompi tuotanto vähentää alueiden välisiä valtakiistoja.	5
56	Ihmisen ja tietokoneen raja hämärtyy ja vaikeuttaa lakien tulkintaa.	5
57	Valta-asemaan päässeiden on mahdollista säilyttää asemansa kauemmin, joka saattaa kasvattaa jännitteitä uudistushakuisten ja konservatiivien välillä.	5
58	Totalitaarisissa valtioissa mikrobottien avulla voidaan alistaa kansakuntia.	5

TKID	Valtarakenteet: teknologiakorien sovellukset vaikuttavuusarvioineen	Painoarvo
61	Simulointi on tärkeä keino testata päätösten laatu. Tässä tapauksessa simuloinnilla voidaan osoittaa erilaisten haitta-aineiden, lääkkeiden ja ravinnon vaikutus ihmiseen.	5
77	Omavaraistalous kasvaa ja siirtyy kollektiivisen toiminnan ulkopuolelle.	3
84	Ihmisten tavoitteiden ja arvostusten muuttuminen näkyviksi helpottaa päätöksentekoa.	5
85	Kryptovaluutat voivat lisätä lahjontaa ja kiristystä.	3
86	Joukkorahoituksessa valta siirtyy tuotannollisten yritysten ja sijoittajien joukolta asiakkaille.	10
87	Päätökset perustuvat usein vanhentuneeseen osaamiseen, koska monilla aloilla osaamista ei muodollisesti tarvitse näyttää opiskeluajan jälkeen.	10
88	AI on osoittanut kykynsä monissa optimointi- ja pelistrategiatehtävässä.	10
89	Salaiset sopimukset, kiristys ja muu läpinäkyvätön toiminta antavat tilaa monien päätösten tekemiseen sidosryhmien intressien vastaisesti.	3
91	Alustojen omistajat ovat merkittäviä vallankäyttäjiä, joita ohjaa käyttäjätieto kaikista palvelusuoritteista. Alustat ovat usein globaaleja.	5
92	Rajapinnat syntyvät globaaleina ja ne asettavat usein helpon päätöksenteon rajat. Rajapintoihin liittyviä päätöksiä ei tehdä kansallisella tasolla.	5
93	Verkkokaupassa päätöksenteko on paikallisen asiakkaan ja globaalin kauppiaan välistä.	5
94	Verkkoinfran päätöksenteko on siirtynyt globaalille tasolle.	5
95	Pilvilaskennan ja tallennuksen päätökset ovat siirtyneet globaalitasolle.	5
96	Päätöksenteko voi muuttua hyvin haastavaksi, jos lukuisa joukko tekoälypalveluita optimoi kokonaisuutta ja hallitsee yksityiskohtia. Monet päätökset siirtyvät globaalitasolle.	20
97	Luottamusrakenteet siirtyvät kansallisten toimijoiden ulkopuolelle ja omistajatomiiin rakenteisiin. Valtiollisen vallankäyttäjän ote saattaa olla löysä ristiriitatilanteissa.	5
98	Maailmankuvan hajoaminen, kun osa ihmisistä elää yhteisessä fyysisessä todellisuudessa ja osa elää kukin omassa virtuaalimaailmassaan. Päätöksenteko vaikeutuu.	3
99	Ihmiset saavat lisää valtaa heistä itsestään kerättyyn tietoon ja voivat käyttää tietoa maksuvälineenä. Tämä kaventaa alustojen valtaa ja lisää yhteistyön potentiaalia.	5

2 Sovellustaso: yksittäiset teknologiaämpimurrot

Maailmaa muuttavat usein yksittäiset laitteet, kuten puhelin tai prosessit, kuten viljely. Näennäisesti yksinkertaistenkin laitteiden tai prosessien taustalla on paljon sekä tieteellistä että teknologista kehitystä, historian saatossa syntyneitä infrastruktuuria, sosioekonomisia muutoksia ja patoutuneita tarpeita.

Tässä luvussa kuvataan sata nopeasti kehittyvää teknologiakoria, joihin kootut lukuisat tutkimuksen ja kehityksen uutiset avaavat maailmaa mullistavia näkymiä. Uudisteet voivat olla vasta tieteellisen läpimurron tasolla tai ensimmäiset vaatimattomat ja ruhtinaallisen kalliit tuotteet ovat leviämisenä ensiaskeleissa. Joukossa on myös kypsempää teknologioita, lähestymässä hintatasoa tai suorituskykyä, joka avaa niille täysin uusia merkityksiä.

Sadan radikaalisti maailmaa muuttavan teknologiakorin listalle on otettu lupaavimmat teknologiat siten, että niiden tulisi olla markkinoilla 2020 luvun kuluessa. Vaikutusten tulisi olla laajoja vuoteen 2037 mennessä. Listalle päästäkseen ratkaisun perusteet on pitänyt vähintäinkin osoittaa tieteellisessä julkaisussa.

Yksittäisen teknologian listaamisen kriteerinä on merkittävä välineellinen vaikutus yhteiskuntaan tai ihmisten arkeen. Sen tulee säästää kustannuksia, helpottaa arkea tai lisätä viihtyvyyttä, vahvistaa valtarakenteita tai heikentää niitä. Listatut läpimurrot ovat väline- tai menetelmäkeskeisiä. Ne kuvataan toiminnallisuutensa perusteella ja teknisiä toteutusvaihtoehtoja voi olla useita. Kukin kori voi mahdollistaa useita sovelluksia, jos uudisteiden mahdollistaa on osin sama.

Kuvatut radikaalit teknologiset ratkaisut luokitellaan seitsemään eri Kypsyys- eli maturiteettitasoon tasoon:

1. Sovellusalueen läpimurron mahdollistava tieteellinen periaate on teoreettisen mallin tasolla osoitettu mahdolliseksi luotettavana pidettävän tutkimuslaitoksen tutkimusryhmän julkaisemana. Havainto on tuore ja asiaan vaikuttaa liittyvän akateemista kiinnostusta.
2. Sovellusalueen läpimurron mahdollistava tieteellinen malli on varmistettu konkreettisilla laboratoriotesteillä ja toimintaperiaate demonstroitu vertaisarvioidussa julkaisussa. Tutkimusryhmät ovat rahoitettuja ja akateeminen motivaatio on selkeä. Etenemistä näyttää tapahtuvan.
3. Sovellusalueen läpimurtoon johtava laboratoriotyyppi on demonstroitu. Laboratoriotyyppi osoittaa selkeästi, että jokin olennainen läpimurron aiemmin estänyt ongelma on ratkaistu ja tarvittava toiminnallisuus on saatavissa aikaan. Tällä tasolla ei vielä ole ratkaistu tuotantokustannuksiin tai kestävyysmahdollisesti liittyviä ongelmia. Tutkimusryhmät ovat rahoitettuja ja akateeminen tai kaupallinen motivaatio on selkeä. Eteneminen on tuoretta ja avautuvat mahdollisuudet merkittäviä.

4. PoC (Proof of Concept). Tieteellisesti tai kaupallisesti on demonstroitu toiminnallinen prototyyppi, jonka esitetään toiminnallisuutensa ja tuotantokelpoisuutensa puolesta täyttävän kaupallistamisen edellytykset. Prototyypin on ylitettävä toiminnallisuutensa osalta selkeästi aiempien ratkaisujen hyödyt tai alitettava mittakaavaetujen huomioimisen jälkeen aiempien ratkaisujen tuotantokustannukset. Eteneminen on tuoretta ja selkeää.
5. Kilpailutilanne useiden hyvin pääomitettujen markkinatoimijoiden kehittäessä tuotantoprototyyppiä PoC-vaiheen jälkeen tai selkeä viimeistelyvaiheessa oleva tuotantoprototyyppi ja investoinnit käynnistyneet tuotannon aloittamiseksi. Eteneminen on nopearytmistä.
6. Tuotteita toimitetaan asiakkaille kasvavassa määrin. Mittakaavaetujen odotetaan laskevan hintoja merkittävästi. Sovellusalueiden uskotaan laajenevan. T&K-toiminta pohjautuu jo ainakin osittain tulorahoitukseen ja tuotannon laajentaminen on selkeästi rahoitettu. Eteneminen on tuoretta.
7. Kilpailevia tuotteita toimitetaan ja asiakaskysyntä on vahvistuvaa. Kilpailu on merkittäväällä tavalla tulorahoitettua ja kasvu on suurten teollisuusyritysten, laajan asiakaskunnan tai riskisijoittajien rahoittamaa. Tuoteominaisuuksien kehittämiseen on tiedossa huomattava potentiaali.

Teknologiakori voi koostua useista eri vaiheissa olevista teknologioista. Mikäli näiden sovellusalueet poikkeavat toisistaan olennaisesti ja hyötypotentiaali arvonaluontiverkostoissa jakautuu eri teknologioille, käytetään keskiarvopisteytystä. Maksimiarvoa käytetään silloin, jos toiminnallisuus on pääpiirteissään sama.

Radikaali teknologinen ratkaisu liittyy usein yhteen eri tieteenalojen ymmärrystä. Radikaalina pidetään myös sellaista tuotantovolyymin, menetelmien tai standardoitumisen kautta syntyvää inkrementaalista kehitystä, joka esimerkiksi yleistymisen tai hinnanaleneman tms. vuoksi avaa radikaalisti uudenlaisia soveltamismahdollisuuksia. Radikaalina teknologisen ratkaisuna pidetään tässä myös sosiaalisia innovaatioita ja yhteiskunnan rakenteellisia muutoksia, joiden syntymiselle teknologiakehitys luo puitteet.

Teknologiat on ryhmitelty vaikutusalueidensa mukaan. Kunkin ryhmän aluksi kuvataan ryhmäkohtaiset vaikutukset ennen teknologiakorikohtaista esittelyä.

Taulukko: Teknologialäpimurtojen ryhmät

Teknologiaryhmät	
1	Instrumentointi ja tietoliikenne
2	Tekoäly ja algoritminen päättely
3	Havaintojenkäsittelyn digitalisaatio
4	Liikenne, liikkuminen ja logistiikka
5	Tavara- ja palvelutuotanto
6	Materiaalitekniikka
7	Bioteknologia ja farmakologia
8	Energiateknologia
9	Digitaaliset joukkoistusalustat
10	Globalisoituvat teknologiarajapinnat

Listatut sata radikaalia teknologista ratkaisua on arvioitu tässä raportissa kuvatus RTI-mallin avulla. Yllä kuvatus kypsyystason avulla ennakoita vaikutusten todennäköisyyttä. Lopullinen pisteytys saadaan, kun edellisessä luvussa kuvatus arvionluontiverkostokohtaiset sovellusten vaikuttavuusarviot lasketaan kunkin teknologiakorin osalta yhteen ja kerrotaan yllä kuvatus kypsyystason osoittamalla todennäköisyydellä. Arviointiin käytetyssä taulukossa on kaksituhattasata erikseen arvioitua kohtaa, jotka ovat raportin tekijöiden yhdessä tarkistamat.

Näiden havaintojen keräämiseen ovat aktiivisesti osallistuneet seuraavat 213 henkilöä, joista jokainen on tuottanut ainakin yhden artikkelitietokantaan päätyneistä kahdesta tuhannesta lähteestä. Vähintään kolme lähdeä tuottaneet on kursivoitu, kymmenen lähdeä tuottaneet lihavoitu ja yli 30 lähdeä tuottaneet lihavoitu ja alleviivattu. Kiitos myös kaikille noin 2500:lle ryhmän Tulevaisuusvaliokunnan radikaalit teknologiat -joukkoistus -osallistujille, jotka ovat kommentaillaan auttaneet arvioimaan löydöksiä merkitystä.

*Matti Aarnio, **Vilho Ahola**, Osma Ahvenlampi, Aki Airomaa, **Kari Alanne**, Tapani Alasaarela, **Kate Alhola**, Timo Ali-Vehmas, Kaisu Annala, Simo Anttilainen, Karoliina Auvinen, *Nea Barmann*, Fama Dumbouya, Harri Eela, *Jani Ehro*, Juha Ekberg, Jarno Elonen, *Pia Erkinheimo*, Pedro Esko, Paul Godsmark, *Harri Hakulinen*, Ilkka Halava, *Jarmo Hallikas*, *Antti Halonen*, *Sulka Haro*, *Mari Heimala*, **Jarmo Heimo**, *Henri Heinonen*, *Nina Heiska*, **Esa Heiskanen**, **Olli Hietanen**, Petteri Hietavirta, Elina Hiltunen, *Veikko Hintsanen*, Johannes Hirvaskoski, *Au-likki Holma*, Pekka Huhtala, *Grändi Hytönen*, Heidi Härkönen, Jyri Jaakkola, Merja Jauhiai-nen, Tero Junkkari, Kimmo Juoperi, Petri Jussila, *Micco Juvonen*, **Petja Jäppinen**, **Kari Kaakko**, Kai Kaasalainen, Marita Kaatrala, Jari Kaivo-oja, *Ilkka Kakko*, Mikael Kallavuo, Martti Kallinen, *Mikko Kangas*, Sami Kangasharju, Roni Kantola, Pekka Karhu, *Jouni Kari*, Aki Karjalainen, Tapani Kaskeala, **Tero Kauppinen**, *Pekka Ketola*, Jukka Kilpiö, *Kimmo Kivelä*, Antti Kivivalli, *Jouni Knuuttila*, Hannu Kokko, *Jari Kotola*, Juha Krapinoja, *Jarmo Kuismanen*, Ossi Kuittinen, **Arvo Kukko**, *Sirpa Kuusela*, Arto Kyyhkynen, Asta Kärkkäinen, **Leo Kärk-käinen**, Krista Lagus, Jarmo Lahti, **Toke Lahti**, Markus Laine, Pasi Laine, Antti Laitinen, Antti Lanamäki, *Ari Lanamäki*, Samuli Laurikainen, **Jouni Laveri**, Reko Lehti, *Mikko Leppä-nen*, *Riku Leppänen*, Juha Levo, Pauli Liikala, **Anni Linturi**, **Risto Linturi**, Juha-Matti Liuk-konen, Kristian Lukander, Lasse Lumiaho, **Tatu Lund**, Jarno Lönnqvist, Aimo Maanavilja,*

Olli Markkanen, Jarmo Martela, *Mika Mela*, *Leena Merisaari*, *Timo Miettinen*, Marko Miinin, Kari Mikkela, Roope Mokka, *Mikko Mononen*, Lauri Muranen, *Janne Mähönen*, *Sebastian Mäki*, Ilmari Määttänen, **Pekka Neva**, Janne Nevalainen, Sami Niemelä, *Rami Niemi*, Ville Nikkanen, **Seppo Nikkilä**, *Ilkka Nojonen*, *Esko Nuutila*, Göte Nyman, *Tarja Ollas*, Janne Ollenberg, Olli Orkoneva, Juha Paronen, *Pekka Pasanen*, *Teo Pelho*, Teemu Peltonen, Antti Peltonen, Merja Penttilä, Tapio Pernu, Jarmo Perttula, Juho Pesonen, Kari-Matti Pihkala, *Kalle Pihlajasaari*, *Ilkka Pirttimaa*, *Olli Pitkänen*, Teemu Polo, Antti-Pekka Puonti, *Tero Puranen*, Matti Pyhtilä, *Matti Pyykkönen*, *Ossi Pöllänen*, Tapani Pöykkö, *Antti Raike*, Jukka Reitmaa, *Tapio Rinne*, **Aleksi Rossi**, Nils Rostedt, Ari Rotonen, Esa Ruoho, Jussi Ruohonen, Ari Ruotsalainen, Ensio Ruotsalainen, Andreas Saari, Mikko Saarisalo, Juhani Sademaa, *Jarmo Salmela*, Markku Salmela, Bror Salmelin, Karoliina Salminen, Pekka Salokannel, *Tuomas Santakallio*, Arja Sarpola, Juha Seg, Tuomas Siltala, Peter Simontschuk, *Eetu Simpanen*, *Kari Sipilä*, Aki Siponen, *Petri Sirviö*, Risto Sivonen, *Jesse Soininen*, *Olli Soppela*, *Kaj Sotala*, Tom Starwalder, Jon Sundell, Timo Suopelto, Jouni Särkijärvi, Markku Tahkokorpi, Heikki Tamminen, Ari Tenhunen, *Marko Mikael Tenkanen*, Jarmo Tiainen, **Laura Tiilikainen**, Veijo Tikka, Otto Tiusanen, Karoliina Topelius, Ville Tulkki, *Antti Tulonen*, **Jussi Tunkkari**, **Jouni Tuomela**, *Aino Tuominen*, *Esa Turtiainen*, Kari Vahtiala, Pasi Vainikka, *Lassi Valkama*, Jouni Valkonen, Tommi Varis, **Harri Vartiainen**, Matti Vartiainen, Kirmo Vartiovaara, Kalle Varvikko, **Pekko Vehviläinen**, Juha Viitala, *Milla Wirén*, Severi Virolainen, Juha Wiskari, Makke VM, Mikko Vuorela, *Ville Vähämäki*, Haract Zentec, Anita Özönül.

Teknologiakorien kuvauksen rakenne

Kunkin teknologiakorin otsikkorivillä osoitetaan **** -merkinnällä, teknologian vaikuttavuusarvio. *Teknologiakorin raja*us tai *kohdealue* -kohdassa kuvataan koriin valittujen teknologioiden keskeinen tavoite.

Kehityksen yleiskuvaus sisältää yleiskuvauksen teknologiakorin avoimista ongelmista tai kehityssponnistusten kohteista. *Resursointi ja kehitysmotiivi* tarkastellaan erikseen ja siinä pyritään osoittamaan rahoituksen laajuus ja luonne. On esimerkiksi olennaista, onko kyse tutkimuksellisesta motiivista, riskirahoituksesta vai kilpailutilanteesta tutkimukseen panostetusta myyntikatteesta. Erilaiset rahoitukset johtavat toisistaan poikkeaviin tavoitteisiin. Tieto auttaa kypsyystason arvioinnissa.

Eteneminen edellisen raportin jälkeen on tärkeä käsiteltävä kohta, ja siinä luonnehditaan lyhyesti viimeaikaisia tapahtumia. Kohta on osin päällekkäinen heti seuraavien lähteiden otsikoiden kanssa. Kyse on keskeisimmästä raportin havaintoaineistosta eikä tärkeimpien havaintojen toistoa pidetä ongelmana.

Kohdassa *Kiinnostavia lähteitä* listataan raportin lähdeaineisto kyseiseen teknologiakoriin liittyen. Kuhunkin olennaisena pidettyyn uutisaiheeseen tai tutkimustulokseen on valittu mahdollisimman edustava lähde. Tavallisimmin kyse on populaaritieteellisestä artikkelista, koska varsinaiset tiedejulkaisut ovat usein hyvin vaikealukuisia ja maksumuurin takana. Linkit on kaikki tarkastettu ja korjattu toimiviksi 16.2.2018.

Sähköinen liite avaa laajemman näkymän lähdeaineistoon. Siellä on artikkelin luokitus, havainnon esittäjän nimi ja linkki aiheesta Facebook-ryhmässä *Tulevaisuusvaliokunnan radiikaalit teknologiat -joukkoistus* käytyyn asiantuntijakeskusteluun. Keskustelusta löytyy avainsanoja ja muita linkkejä aiheeseen, mikäli raportissa annettu lähde on poistettu internetistä tai siirretty toiseen osoitteeseen. Keskustelussa voi myös pyytää apua uuden linkin löytämiseen tai päivittämään paremman linkin kadonneen tilalle.

2.1 Instrumentointi ja tietoliikenne

Mittausteknologia kehittyy jatkuvasti. Saamme tietoa ympäristöstä ja itsestämme yhä herkemmillä sensoreilla. Geeniperimä, erilaisten aineiden koostumus tai kehon tila voidaan esimerkiksi selvittää monilta osin hyvinkin edullisilla laitteilla. Sensorit saattavat kerätä tarvitsemansa energian ympäristöstään ja niihin voidaan olla yhteydessä langattomasti. Tietoliikenteen avulla voimme yhdistää kaiken keräämämme tiedon globaaleihin pilvipalveluihin.

Älykkäiden laitteiden määrän arvioidaan kaksinkertaistuvan seuraavan viiden vuoden aikana. Laitteisiin lisätään samalla yhä monipuolisempaa tietoa kerääviä antureita ja samanaikaisesti langattomat anturit kehittyvät niin pieniksi ja edullisiksi, että niitä voidaan sijoittaa ympäristöön ja jopa ihmisen kehoon helposti. Sensoreiden lisäksi monet toiminnot aktivoivat ja ohjaavat laitteet ovat kehittyneet.

Lasereiden ja plasmoniikan vaikutus ulottuu mittaamista ja tietoliikennettä laajemmaksi. Tekniikat mahdollistavat optisten ominaisuuksien manipuloinnin ja materiaalitieteiset vaikutukset.

Kehityksen seurauksena ihminen saa ympäristöstä ja itsestään jatkuvasti enemmän informaatiota ja yhä useampaan toimintoon voidaan vaikuttaa etäältä. Sekä talletettu että reaaliaikainen tieto ja ohjattavuus mahdollistavat kehittyneen automaation. Robottiavusteinen työ voidaan suorittaa robottia ohjaavan työntekijän sijainnista riippumatta. Monia prosesseja voidaan seurata niin yksityiskohtaisesti automaation toimesta, ettei ihmisen suorittamaa tarkkailua tarvita.

Instrumentointi ja tietoliikenne	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
1	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista
2	DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)
3	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit
4	Biosirut / "Lab on a Chip"
5	Materiaalitutka - hyperspektrikamera
6	Kvanttaminen ja paikannus
7	IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit
8	LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka
9	Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi
10	Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit

2.1.1 Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista (001) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen aistit eivät tuota aivoihin kaikkia haluamiamme tietoja. Aistit ovat rajalliset ja lisäksi ne vammautuvat helposti. Aivojen kyky ohjata ympäristöä luonnollisten eleiden ja liikkeiden välityksellä saattaa olla toivottua heikompi. Aivojen itsensä toiminnasta aistimme eivät paljon kerro. Tähän koriin kuuluvat ratkaisut, joiden avulla aivoille tuotetaan informaatiota aistien ohi ja ratkaisut, joissa aivojen toiminta vai-
kuttaa mittalaitteisiin tai toimilaitteisiin suoraan. Ratkaisut saattavat vaatia kallon sisäisiä tai ulkopuolisia laitteita.

Kehityksen yleiskuvaus: Robottikäsiä on onnistuneesti ohjattu ajatuksilla useissa ko-
keissa. Aivoista mitattuja signaaleja on myös kokeiltu älylasien ohjaamiseen. Aivot on on-
nistuneesti yhdistetty toisiin aivoihin ja saatu ajatuksia siirtymään. Ajatuksista on onnis-
tuttu tunnistamaan sanoja.

Pään pintaan liimattavien sensoreiden lisäksi on kehitetty etäluettavia sensoreita, jotka si-
joitetaan pään sisään. Käyttöaikansa jälkeen ne voivat sulaa kehossa aineenvaihdunnan
osaksi. Myös bioyhteensopivia, esimerkiksi grafeenipohjaisia implantteja on tutkittu.

Aivoja on ohjattu pään ulkopuolelta laser -säteillä ja muulla sähkömagneettisella säteilyllä.
Näin on onnistuttu esimerkiksi lieventämään Parkinson-oireita, parantamaan oppimistu-
loksia ja jopa vaikuttamaan ajatuksiin. USA:n DARPA on käynnistänyt hankkeen aivojen
huomattavan tarkaksi kaksisuuntaiseksi kytkemiseksi tietojärjestelmiin.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Laajin aihealueen tutkimustoiminta perustuu lääketieteel-
liseen motiiviin. Yleisen aivojen toiminnan lisäksi tutkitaan ja kehitetään yhä tarkempia me-
netelmiä yksilöiden toiminnallisten vajavuuksien ymmärtämiseksi ja hoitamiseksi. Kaupal-
lisella sektorilla ja harrastepiireissä tapahtuva toiminta saattaa kasvaa merkittäväksi. Yk-
sinkertaisilla päähän tilapäisesti asetettavilla EEG-sensoreilla pyritään ohjaamaan tietoko-
neita ja robotteja.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 1																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	0	1	3	0	0	5	1	5	3	3	5	5	10	5	20	3	5	5	3	***255

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähinnä vastaava teknologiakori oli 2.22 Suora
ohjaus ajatuksilla ja se sijoittui kolmanteen ryhmään. Kategoriaa on nyt laajennettu kaksi-
suuntaiseksi. Eteneminen on ollut nopeaa erityisesti aivoimplanttien ja proteesien ohjauk-
sen alueilla. Tutkimukselliset hoitotoimenpiteet ovat jo tuloksellisia ja helpoimmilta osin
vakiintumassa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (001)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Aivoimplantilla 12 sanaa minuutissa kirjoitusnopeus	https://www.nextbigfuture.com/2016/10/direct-brain-sensing-technology-allows.html
Aivoimplantit tarkemmiksi käämeillä	https://singularityhub.com/2017/02/22/new-tech-makes-brain-implants-safer-and-super-precise/
Robottikäden ohjaus ajatuksilla	http://www.cnet.com/news/mind-controlled-prosthetic-arm-now-reality/
Kem/opt/elektr linkki aivoihin joustavalla kuidulla	https://news.mit.edu/2017/multifunctional-tiny-fibers-brain-0221
Halvaantunut googlaa aivoimplantilla vaivattomasti	https://singularityhub.com/2016/11/02/scientists-hook-up-brain-to-tablet-paralyzed-woman-googles-with-ease/
Yhteistyötä suoralla aivoyhteydellä kahden opiskelijan välillä	http://www.iflscience.com/brain/mind-meld-brains-cooperate-without-words
Aivoimplantti paransi muistia	http://www.sciencealert.com/for-the-first-time-ever-scientists-have-boosted-human-memory-with-a-brain-implant
Neurosky EEG ohjaa älylaseja	http://techcrunch.com/2014/07/09/forget-ok-glass-mindrdr-is-a-new-google-glass-app-that-you-control-with-your-thoughts/
Suora kytkentä aivoihin ohjaa halvaantunutta kättä	http://blogs.mathworks.com/headlines/2016/04/20/neuroscience-and-machine-learning-restore-movement-in-paralyzed-mans-hand/
Muistin koodaus ja muisti-implantit -konsepti	http://www.technologyreview.com/featuredstory/513681/memory-implants/
Hiiren ohjaus aivoimplantilla onnistunut	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/nion-fbp071615.php
Halvaantunut ohjaa lentosimulaattoria aivoimplantilla	http://defensetech.org/2015/03/02/this-woman-flew-an-f-35-simulator-with-her-mind/
Keinoneuronin matkii hermosolun signalointia kemiallisesti	http://www.ecnmag.com/news/2015/06/artificial-neuron-mimics-function-human-cells?et_cid=4641606
Ajatukset tekstiksi 54% ECoG:llä	https://www.weforum.org/agenda/2017/04/technology-that-could-turn-your-thoughts-into-text/
EEG-pohjainen robotin aivo-ohjaus	http://www.kurzweilai.net/how-to-control-a-robotic-arm-with-your-mind-no-implanted-electrodes-required
Tarkkoja kasvokuvia luettu n. 200 aivosolusta	https://singularityhub.com/2017/06/14/forget-police-sketches-researchers-perfectly-reconstruct-faces-by-reading-brainwaves/
Grafeenin hermokytkenät turvallisia	http://scitechconnect.elsevier.com/graphene-safely-interact-neurons-in-brain/
Riisinjyvän kokoinen biohajoava sensori aivoihin	http://arstechnica.com/science/2016/01/in-a-brain-dissolvable-electronics-monitor-health-then-vanish/
AI konvertoi aivokuvia silmien näkemiksi kuviksi	https://www.biorxiv.org/content/early/2017/12/30/240317
Rotan janon ohjaaminen laserilla & valoherkällä aineella hermosossa	http://www.livescience.com/49568-thirst-switched-off-brain.html
Grafeeni-implantteihin sähköä ilman soluvaurioita	http://news.mit.edu/2016/power-graphene-implants-without-frying-cells-0923

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (001)	
Infrapunan kokeminen aivoimplantilla	http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/9875931/Scientists-create-sixth-sense-brain-implant-to-detect-infrared-light.html
Aivosairauksien tutkimusta nano-hiiliantureilla	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2016-11-09-006/
Sanoja luettu ajatuksista epilepsialeikkauksen yhteydessä	http://www.newscientist.com/article/mg22429934.000-brain-decoder-can-eavesdrop-on-your-inner-voice.html
Bittium, pieni EEG kenttäkäyttöön	https://www.bittium.com/products__services/medical/bittium_brainstatus
Nanobotit aivoihin, Diamandis & Kurtzweilin	https://www.linkedin.com/pulse/rays-wildest-prediction-peter-diamandis
Rotan aivojen simulointi ja paloitainen digitalisointi	http://www.nytimes.com/2015/10/09/science/rat-brain-digital-reconstruction-human-brain-project.html?_r=0
Robottia ohjataan EEG-päähineellä	http://www.wired.com/2014/08/mind-controlled-robot
Joustava, pysyvä EEG-sensori ihollla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/bionics/a-brain-computing-interface-that-lasts-for-weeks
Valehtelua tutkitaan FMRI:llä ja siihen tottuu	http://www.nature.com/neuro/journal/vaop/ncurrent/full/nn.4426.html

2.1.2 DNA-luenta ja kirjoittaminen, Full Genome (002) ****

Teknologiakorin kohdealue: Virusten ja kaikkien elollisten perimä sisältää olennaisen tiedon niiden toimintaperiaatteista ja alkuperästä. DNA on myös potentiaalinen muistiväline ja elollisen lisäksi myös synteettisen biologian koodi. DNA- ja RNA-koodia luetaan ja kirjoitetaan monista eri syistä.

Tähän koriin kuuluvat ne lukemisen ja kirjoittamisen eri tekniikat, joiden tavoitteena on koko genomin lukeminen tai halutun mittaisen DNA/RNA-sekvenssin kirjoittaminen. Tarkasti määrätyn osan muuttaminen käsitellään toisaalla, korissa 60.

Kehityksen yleiskuvaus: Edullisin koko genomin lukeva laite, Minion maksaa varustettuneen tuhat dollaria. Halvin palvelu, josta genomitietonsa voi selityksineen tilata, maksaa kirjoitushetkellä kolmesataa dollaria. Hinnat ovat laskeneet nopeasti.

Minion on epätarkka, mutta sen käyttämää grafeenin reikiin perustuvaa nanoporeteknologiaa on kehitetty edelleen. Simulaatiossa on havaittu, että teknologian avulla voisi perimää lukea 90% tarkkuudella ilman vääriä positiivisia tuloksia jopa 66 miljardin emäsparin nopeudella sekunnissa. Koko ihmisen perimän voisi sillä nopeudella lukea sekunnissa 32 kertaa ja virheiden määrä laskee joka lukukerralla kymmenenteen osaan aiemmasta. Tiede mahdollistaneet tulevaisuudessa siis nopean, käytännössä virheettömän ja hyvin edullisen DNA-lukijan.

Kätevyydeltään perimän selvittämistä voi tulevaisuudessa ehkä verrata valokuvaukseen. Käytännössä tulee mahdolliseksi lukea oman perimänsä lisäksi muiden ihmisten, eläinten, ruoan ja tautien perimä rutiininomaisesti.

Perimää kirjoitetaan nyt varsin luotettavasti. Kirjoitettu perimä osataan istuttaa takaisin elävään soluun. Tutkimushankkeissa on siirretty laajoja aineistoja eliöiden perimään ja luettu ne sieltä takaisin. Jos kirjoitettu DNA säilytetään jauhemuodossa, on sen säilyvyys erittäin hyvä ja yhteen grammaan DNA-jauhetta saadaan nykytekniikalla varastoitua 700 Teratavua dataa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Suurimpia kehityksen rahoittajia DNA-lukijoille ovat lääketiede ja elintarviketeollisuus sekä luonnontieteet. Näiden tarpeisiin kehitetään yhä tehokkaampia DNA-lukijoita. Nanoteknologian tutkijoilla on myös omat tieteelliset motiivinsa tutkia radikaaleja teknologioita muodikkaaseen ja hyvin rahoitettuun sektoriin.

Kuluttajien kiinnostus omiin juuriinsa ja mahdollisiin perinnöllisiin sairauksiinsa synnyttää kasvavan laitetarpeen. Jatkossa on odotettavissa, että kuluttajien kiinnostus myös ympäristöstään ja siitä, mitä he syövät tai sairastavat, kasvattaa laitekehityksen tarvetta. DNA-kirjoittimien kehitys on tietotekniikkayritysten tutkimusyksiköiden ja akateemisten tutkijoiden varassa eikä laajaa kaupallista markkinaa vielä ole.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 2																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	1	3	0	20	0	10	0	3	3	0	0	10	5	20	0	0	10	0	5	0	****630

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kohta 2.01 Rutiininomainen kattava DNA-luenta ei sisältänyt kirjoittamista tässä tarkoitettulla tavalla, mutta sisälsi geenien editointitekniikat, jotka nyt on siirretty omaksi kohdakseen. Aihe sijoittui tärkeimpään ryhmään. Uusi periaate, jossa DNA vedetään grafeenissa olevan aukon läpi, oli juuri keksitty. Nyt se on kaupallistunut käyttökelpoiseksi, halvaksi taskukokoiseksi laitteeksi. Useita kertaluokkia nopeampia ja varmempia tekniikoita on simuloitu.

Kenttäolosuhteissa käytettäviä laitteita on jo markkinoilla useita. Valtavirtatekniikoiden tuotantokustannus on neljässä vuodessa pudonnut noin kymmenenteen osaan ja käyttö laajenee nopeasti. Luettujen DNA-sekvenssien tunnistamisen ja arkistoinnin metodit ovat myös kehittyneet. Kiinnostus DNA-kirjoittamiseen leviää tutkijayhteisöstä yrityksiin ja kokeilut luonnossakin leviävien eliöiden DNA:han upotettujen viestien ja kokonaan synteettisen perimän kirjoittamiseksi ovat käynnistyneet.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (002)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Oxford Nanopore \$120M rahoitus ja ihmisen perimän kartoitus	http://labiotech.eu/oxford-nanopore-interview-pocket-sequencer/?platform=hootsuite
NIST: DNA-lukija-konsepti, 70milj paria sekunnissa	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/biomedical/devices/a-superfast-dna-sequencer-based-on-motion-detection
Illumina lupaa 100\$ ihmisen perimän hinnaksi	http://www.illumina.com/company/news-center/press-releases/press-release-details.html?newsid=2236383
Nopea DNA-sekvensointi, grafeeni ja optinen antenni	http://phys.org/news/2014-11-unique-graphene-nanopores-optical-antennas.html
DNA-lukija Minionin käyttökokemusten kuvaus	http://www.nature.com/news/pint-sized-dna-sequencer-impresses-first-users-1.17483
Mikrobit nopeasti (tunneissa) tunnistava pieni laite	http://spectrum.ieee.org/at-work/start-ups/startups-t2-biosystems
Genomin sekvensointi 300\$-1000\$ sisältökuvaus	http://nextbigfuture.com/2016/01/whole-genome-sequencing-for-330.html
Akkukäyttöinen PCR DNA-lukija kenttäolosuhteisiin	http://gizmodo.com/the-worlds-first-handheld-dna-sequencer-is-a-genetics-l-1626992774
Genomin sekvensointi alle \$1000	https://www.genome.gov/27565109/the-cost-of-sequencing-a-human-genome/
DNA-tallennus MS-hankkeena	http://techcrunch.com/2016/04/27/genetics-startup-twist-bioscience-teams-up-with-microsoft-to-store-the-worlds-data-in-dna/
USA sekvensoi miljoonan amerikkalaisen DNA:n	http://www.reuters.com/article/2015/01/30/us-usa-obama-precisionmedicine-idUSKBNOL313R20150130
Video kirjoitettu bakteerin DNAhan ja luettu 90% tarkasti	http://www.bbc.com/news/science-environment-40585299
DNA-tietojen nopea haku- ja yhdistely tietokannassa	http://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/software-helps-gene-editing-tool-crispr-live-up-to-its-hype
Perimän nopea siirto eri so-luihin, koelaitteisto tutkijoilla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/miot-ndm021816.php

2.1.3 Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit (003) ****

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen keho on altis monenlaisille häiriötiloille. Liikunta, ravinto, tartuntataudit, sairaudet tunnetilat ja ympäristöolosuhteet voivat vaikuttaa kehon toimintaan. Tiedoista voi kiinnostua ihminen itse tai toinen ihminen. Kehon tila voi lisäksi vaikuttaa ihmiseen kiinnitettyihin laitteisiin ja hänen ympäristöönsä.

Tähän koriin kuuluvat ihmisten arjessa käytännölliset elintoimintojen mittaamisen teknikat. Tarkastelun kohteena ovat toiminnalliset kokonaisuudet ja niiden keskeiset mahdollistajat yksittäisten sensoreiden sijaan.

Kehityksen yleiskuvaus: Ihmisen fysiologian jatkuvaan tai usein tapahtuvaan mittaamiseen tarkoitetut laitteet kehittyvät ja yleistyvät nyt erittäin nopeasti. Applen iPhoneen saa lisälaitteina mm. ultran, mikroskoopin, verkkokalvon tai tärykalvon kuvaukseen sopivan kuvauspään, EKG:n, ja useita muita mittalaitteita. Osa näistä on jo USA:n lääkintäviranomaisen FDA:n hyväksymiä. Laitteet on osittain tarkoitettu terveydenhuollon ammattilaisten kenttäkäyttöön, mutta merkittävä osa sopii kuluttajien oman terveydentilan seurantaan. Apple on kehittänyt järjestelmän, jolla kuluttaja voi helposti siirtää mittaustuloksensa häntä hoitavan lääkärin nähtäväksi.

Nopeaa kehitystä on raportoitu hyvin halvan veren kuvan ja mikroaaltostetuskopion alueilla. Ihoon tai piilolinssiin on kiinnitetty glukosisensoreita ja hemoglobiinitaso kyetään mittaamaan silmäluomen kännykkäkuvasta, 5kg painoinen dialyysivyö ja yhä kehittyneemmät diagnostiikkarannekkeet ovat tuoreiden uutisten joukossa.

Uusia testejä, kuten 34\$ hintainen HIV- ja syfilistesti, tulee markkinoille kännyköiden lisälaitteina. Tautien tunnistaminen hengityksestä ja elintoimintojen jatkuvaan mittaukseen tarkoitetut ihonmyötäiset hengittävät tarrat ovat nopean kehityksen kohteita.

Tricorder X-Prize -kilpailun voitti kaksi kannettavaa laitetta, jotka tunnistavat luotettavasti useita nimettyjä tauteja maallikon käyttämänä. On hyvin todennäköistä, että jo 2020-luvulla monet sairaudet ja tautitilat voidaan luotettavasti tunnistaa potilaan itsensä toimesta kotona.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Lääketieteellisen tutkimuksen tarpeisiin kehitetään sekä tutkimusmenetelmiä että laitteita. Osa menetelmistä edellyttää potilaan jatkuvaa seurantaa. Elektroniikkateollisuus kehittää kuluttajakäyttöön laitteita sekä terveiden että sairaiden ihmisten elintoimintojen seuraamiseen. Lääketieteellisen tutkimuksen ja hoidon ohella kuluttajakiinnostus on tärkeä kehityksen motiivi. Kuluttajakiinnostus on johtanut useiden yritysten syntyyn joukkorahoituksen kautta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 3																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	3		10	0	0	5	1	3	3	0	20	10	5	3	3	5	3	5	0	****420

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaava kohta edellisessä raportissa oli 2.7 Henkilökohtainen oman kehon analysaattori ja se sijoittui korkeimpaan ryhmään. Tricorder X-Prize -kilpailu oli julkistettu kunnianhimoisine tavoitteineen, mutta markkinoille eh-tineissä kuluttajatuotteissa elintoimintojen mittaaminen oli hyvin yksinkertaista eikä tar-koitukseen soveltuvia älypuhelimien lisälaitteita juurikaan ollut.

Elintoimintojen mittaamiseen tarkoitettujen laitteiden kuluttajistuminen ja kehon sisällä kulkevien ja tietoa keräävien mittalaitteiden sekä ihoon kiinnitettävien mittalaitteiden ke-hitys on ollut erityisen nopeaa edellisen raportin julkaisun jälkeen. Läpimurtoja on tapah-tunut näiden laitteiden kyvyssä kommunikoida radioteitse sekä kehon sisältä että ihon pin-nasta.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (003)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
17 tautia selville hengityksestä, 1400 ihmisen testi	http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsnano.6b04930
Tricorder Xprize-voittajat julistettu	http://tricorder.xprize.org/teams
Digitatuointiin 5G-antenni ym elektroniikkaa	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/05/160527190522.htm
Kymmeniä verikokeita pienellä laitteella (DMI Rhealth)	https://www.rhealth.com/rhealth-technology/
Digitaalituointiin joustava näyttöpinta	http://tech.firstpost.com/news-analysis/e-skin-can-embed-a-display-on-human-skin-just-like-a-tattoo-309834.html
Kehon implantit top 10 konseptia esiteltä	https://wtvox.com/2014/10/top-10-implantable-wearables-soon-body/
Digitatuointi kaukosäätimenä, MS&MIT	http://www.theverge.com/circuitbreaker/2016/8/13/12460542/mit-microsoft-research-gold-leaf-smart-temporary-tattoo
Bio-proessori Samsungilta kehon elintoimintojen mittaamiseen	http://motherboard.vice.com/read/with-samsungs-bio-processor-wearable-health-tech-is-about-to-get-weird
Kännykkämikroskoopilla solumutaatitutkimuksia kentällä	https://phys.org/news/2017-01-smartphone-microscope-cost-effective-dna-sequencing.html
Grafeenitatuointi mittaa 5 eri elintoimintoa	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/nanotechnology/graphene-temporary-tattoo
Korvatulehduksen kuvaus kotona	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/diagnosing-ear-infections-with-a-new-smartphone-gadget
Pieni halpa verenkuvan mitta-laite jatkuvaan seurantaan	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/epfd-mcb102215.php
Dialyysivyö Purifier FDA-testeihin (5kg)	http://io9.com/this-medical-device-is-a-major-gamechanger-for-kidney-p-1658564050
Jatkuva glukoosimittaus digitatuoinnilla	https://bioscholar.com/engineers-create-a-temporary-tattoo-for%2a0painless-sugar%2a0monitoring%2a0/
Veren alkoholin mittaus iho-tarralla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-08/uoc--fwe080216.php
Samsungin Simband Diagnostiikkaranneke&API	http://www.cnet.com/products/samsung-simband/
5 sensorimateriaalia itsediagnostiikkalaitteisiin	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/5-materials-innovations-that-will-make-new-medical-devices
Katsaus kännyköiden tutkimuksellisiin lisälaitteisiin	https://cacm.acm.org/magazines/2018/1/223882-smartphone-science/fulltext
G-putty- anturi, verenpaine, pulssi yms.	http://www.sciencemag.org/news/2016/12/supercharged-silly-putty-can-detect-spider-footsteps
Flunssan maallikkodiagnoosi hengityksestä	http://www.digitaltrends.com/cool-tech/flu-breathalyzer/
Mikroaaltosteteskopia erottaa veden keuhkoissa ym.	http://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/microwave-stethoscope-lets-physicians-peer-into-the-lungs
Piilolinssi mittaa sokeritason	http://www.engadget.com/2014/01/16/google-smart-contact-lens/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (003)	
Älypuhelin ja 2\$ linssi mikroskooppina	http://www.3ders.org/articles/20140427-make-your-own-3d-printed-microscopes-for-as-little-as-2-dollor.html
Palkittu BACTrack Alkoholinmittausranneke	http://www.reuters.com/article/us-usa-health-alcohol-idUSKCN0YB2T1
Phillips: sydänfilmiultra kännykän lisälaitteeksi	https://t.co/z1g60kwsgf
Pikatesti tunnistaa jauhelihan epäpuhtaudet hetkessä	https://phys.org/news/2017-11-technique-impurities-ground-beef-minutes.html
Piiritason ultraäänikuvaustekniikka	https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/imaging/new-ultrasound-on-a-chip-tool-could-revolutionize-medical-imaging
Tatuointimuste ilmaisee kehon tilan väriä muuttamalla	https://news.harvard.edu/gazette/story/2017/09/harvard-researchers-help-develop-smart-tattoos/
Verenvirtauksen mittaava digitatointi	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/flexible-sensors-measure-blood-flow-under-the-skin
34\$HIV&Syphilis-testilaitte kännykkään	http://www.extremetech.com/extreme/198945-34-accessory-detects-hiv-syphilis-and-works-with-any-smartphone
Hemoglobiini silmäluomen kännykkäkuvasta	http://www.eyenaemia.com/

2.1.4 Biosirut / “Lab on a chip” (004) ***

Teknologiakorin kohdealue: Kemiallinen monimutkaisuus kasvaa jatkuvasti. Meillä on jatkuva tarve tietää, mitä aineita ympäristössämme on. Kyse voi olla tuotteiden laadusta tai turvallisuudesta, mutta myös tuotantoprosessien säätämisestä, taudeista tai luonnollisen ja rakennetun ympäristön seurannasta.

Tähän koriin kuuluvat ne sensorit ja mittalaitteet, jotka tunnistavat nesteiden ja kaasujen koostumuksen fyysisen kontaktin avulla siten, että menetelmä ei ole yksinomaan optinen. Keskiössä on ”Lab on a Chip” -tekniikka, jossa yksittäinen piiri, painettu sensori tai pieni sarjavalmisteen laite kykenee nopeasti tunnistamaan suuren joukon siihen kosketuksissa olevia aineita.

Kehityksen yleiskuvaus: Biosensorikehitys on nopeaa. Uusia sensoreita ja diagnostiikka-sovelluksia on vastikään toteutettu mm. syöpäalttiuden tunnistamiseen, laajan virusjoukon tunnistamiseen yhdellä testillä, syövän tunnistamiseen hengityksestä ja itsemurhariskin tunnistamiseen verestä.

Bakteereja on muunneltu syöpää tunnistaviksi, huumetestit tulostettu paperille ja laaja virus- ja proteiinikartoitus voidaan jo tehdä taskukokoisella laitteella herkän sensorin ja optisen analyysin yhdistelmänä. Monia tautien markkereita nopeasti tunnistavia biosiruja ja niitä käytäviä laitteita on tullut markkinoille.

Verisuonten- ja solunsisäisten sensoreiden energiaongelmia on ratkottu. Kehon läpi kuu-
luva radiolähetin saadaan nyt tutkimustiedon mukaan 1mm*1mm*10mm kokoon. Muste-
suihkutekniikalla on onnistuttu tulostamaan sensoreita ja elektroniikkaa paperille. Monet
grafeenipohjaiset sensorit ovat myös kehittyvässä erittäin edullisiksi.

Tutkimustasolla tunnistetaan homeitiöitä, vaatteisiin suunnitellaan kaasusensoreita va-
roittamaan terveydelle haitallisista olosuhteista, kaasukromatografitt ovat muuttumassa
edullisiksi. Hajuja on kokeiluissa ryhdytty digitoimaan ja tulostamaan. Tietojen perusteella
osataan päätellä kasvava määrä asioita.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tärkeitä biosirujen kehittäjiä ovat elektroniikkateollisuus,
kemianteollisuus ja akateeminen tutkimus. Motiiveina ovat erityisesti prosessien taloudel-
lisuus, turvallisuus ja akateemisen tutkimuksen tarkkuus sekä mittalaitteiden kauppa teol-
lisuuden ja kuluttajien tarpeisiin.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 4																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	5	5	3	5	0	10	5	3	3	3	0	5	0	10	0	0	3	3	0	3	***264

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähinnä vastaava kohta edellisessä raportissa on
2.2 Tauteja, fysiologisia tiloja ja organismien ominaisuuksia nopeasti ja halvalla tunnistavat
biosirut tai biosensorit, joka sijoittui korkeimpaan ryhmään.

Viljelyä aiemmin vaatineet testit voidaan nyt suorittaa nopeasti pienillä kenttäolosuhteisiin
tarkoitetuilla laitteilla. Tutkimustasolla kaasujen tunnistimet ovat kehittyneet ratkaisevasti
herkemmiksi. Naturen raporttoima pieni laite jakaa näytteen 170 tuhanteen eri haaraan
mikrokanaviston sekä optiikan avulla ja tunnistaa jokaisen kanavanosan molekyyliä erik-
seen. Tavoitteena on tunnistaa näytteestä esimerkiksi proteiineja ja viruksia.

Paperille tulostetut sensorit ovat myös kehittyneet nopeasti ja reagenssien lisäksi pintaan
voidaan tulostaa elektroniikkaa. Tämä mahdollistaa hyvin monipuoliset ja edulliset, tar-
peen mukaan tulostetut testit.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (004)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Halpa tulostettava monikäyttöi- nen biosiru	http://www.pnas.org/content/114/8/E1306.abstract
Kattava joukko verikokeita /pro- teiineja optisesti, EPFL	<a href="http://www.scienceworldreport.com/arti-
cles/13249/20140303/complete-medical-check-up-chip.htm">http://www.scienceworldreport.com/arti- cles/13249/20140303/complete-medical-check-up-chip.htm
"Lab on a chip" kehityksen huo- miokohtia	http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.analchem.6b00377
Mobiili DNA-testilaitte Q-Poc (gee- nispesifi)	http://www.quantumdx.com/devices.html
Mustesuihkulla ja laserilla elekt- roniikkaa paperille	<a href="https://www.sciencedaily.com/re-
leases/2016/09/160901152112.htm">https://www.sciencedaily.com/re- leases/2016/09/160901152112.htm

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (004)	
Nanomateriaalien plasmasuihkutus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/aiop-pnw031816.php
Yleinen virustesti Virocap kehiteillä	http://www.upi.com/Health_News/2015/09/29/New-test-detects-all-the-viruses-that-infect-people-animals/7991443551878/
Tarkka biosensori grafeenista - erottelumekanismeja kuvattu	http://phys.org/news/2015-06-graphene-biosensors.html
Joustavia kaasusensoreita vaatettiin	http://www.smithsonianmag.com/innovation/thin-sensors-on-our-skin-in-our-clothes-may-warn-us-environmental-hazards-180956127
Syövän n.50% tunnistus verestä ilman vääriä positiivisia	https://www.nbcnews.com/health/health-news/blood-test-finds-cancer-symptoms-start-n793181
Gazeran kannettava huumekaasujen tunnistin	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/huumeongelmaankeskitiin-suomalainen-ratkaisu-kayttoon-2019-3481908
Hajujen digitointi ja tulostus oPhonella haju yli Atlantin	http://themindunleashed.org/2014/06/first-scent-message-transmitted-across-the-atlantic-via-the-internet.html
Grafeenipinta suodattaa verestä haluttuja soluja	http://news.mit.edu/2017/graphene-sheets-capture-cells-efficiently-0303
Syövän diagnoosi hengityksestä 82% osumatarkkuus	http://www.rdmag.com/news/2015/09/sniffing-out-cancer
Pieni kaasukromatografi (hybridipiirillä)	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/vt-ntp041315.php
VTT paperille tulostettu huume-testi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/vtrc-vpa041315.php
Biosensori grafeenista - mahdollisuus geneerisyyteen	http://www.upenn.edu/pennnews/current/2015-01-15/latest-news/new-graphene-based-biosensor-triple-threat
Mustesuihkutulostettua joustavaa elektroniikkaa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/pu-ilm040815.php
Mikropiiri nanosellupaperille	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/portable-devices/green-microchips-created-on-cellulose-nanofibril-paper
E.Coli-lux testaa homeitiöitä yms (Janne Atosuo väitös)	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/tama+tulee+tarpeeseen+suomessa+kehitettiin+uusi+menetelma+homevaurioiden+tunnistamiseen/a1062992
Itsemurhariskin analysointi verestä	https://www.smithsonianmag.com/innovation/blood-test-app-may-help-identify-patients-at-risk-suicide-180956404/
Jalometalli- ym sensoreita kaivosalueen vesistöön	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uon-nrf021816.php

2.1.5 Materiaalitutka - hyperspektrikamera (005) ****

Teknologiakorin kohdealue: Ympäristössämme on monia materiaaleja ja aineita, joiden ominaisuudet kiinnostavat meitä ilman, että voimme tai haluamme ottaa niistä näytettä tutkittavaksi. Koska fotonit heijastuvat kustakin aineesta omalla tavallaan ja säteily muuttaa

muotoaan eri tavoin myös sen läpäistessä eri aineita, voidaan materiaalikoostumus selvittää tämä perusteella. Kyse voi olla aineen sokeripitoisuudesta, lääkkeen aitoudesta, metaanivuodon paikantamisesta tai hengityshöyryjen analysoinnista.

Tähän koriin kuuluvat teknologiat, jotka tunnistavat aineita niiden läpäisemän tai heijastaman säteilyn perusteella ilman, että laite on suoraan kosketuksissa tutkittuun aineeseen.

Kehityksen yleiskuvaus: Spektrometri mittaa säteilyn eri taajuuksien voimakkuutta. Koska materiaalin koostumus vaikuttaa säteilyyn, voidaan menetelmän avulla päätellä säteilevän tai säteilyä heijastavan aineen koostumus. Infrapuna-alueella molekyylien tunnistaminen perustuu heijastuvan säteilyn ”sormenjälkeen”. Terahertsitaajuuksilla tunnistus voi olla tarkempaa. Voidaan jopa muodostaa kuva molekyyllirakenteesta.

Halvin kaupallinen materiaalitutka on SCIO, joka maksaa 299\$. Suomessa vastaavaa teknologiaa on kehittänyt Spectral Engines. Suuremmilla etäisyyksillä Suomessa tutkitaan materiaalitutkan sovelluksia sotilaskäytössä. Esimerkiksi maastokankaat erottuvat muusta maastosta. Tekniikasta käytetään mm. nimityksiä hyperspektrikamera tai multispektrikamera, joista edellinen korostaa aaltoalueiden liukuvampaa, vähemmän diskreettiä hyväksikäyttöä.

Dial Lidar -järjestelmillä voidaan lentokoneesta käsin tunnistaa metaanipurkauksia. Kadunvarresta voidaan tunnistaa ohiajavan auton sisäilman alkoholipitoisuus. Wifi-taajuuden heijastuksia mittaamalla voidaan seurata liikkuvia ihmisiä ja muita objekteja seinien läpi ja esimerkiksi mitata heidän pulssinsa. Tärkeä materiaalikoostumusta mittaava teknologia edellisten lisäksi on magneettikuvaus, johon on kehitetty kestmagneetteihin perustuvaa pienikokoista versiota.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimusalue on kehittynyt tähtitieteen tarpeista. Lääketiede, sotilasteknologia, elintarviketeollisuus ja materiaalteknologia ovat tärkeitä kehityksen rahoittajia. Scio sai alkunsa joukkorahoituksesta ja Spectral Engines VTT:n tutkimushankkeesta. Kulutuselektronikkateollisuuden kilpailu on nouseva kehityksen motiivi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 5																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	10	5	10	0	5	5	5	5	5	3	10	3	10	1	0	10	5	1	5	****515

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Materiaalitutka, edellisen raportin kohta 2.40, nousi korkeimmalle tasolle. Eteneminen on ollut nopeaa sen jälkeen. Kuluttajatuotteista ei ollut tietoa 2013 raportin aikaan ja teknologian soveltaminen teollisuuden tai lääketieteen alueella oli vähäistä, vaikka monia sovellusmahdollisuuksia visioitiin. Nyt ruokaskannereiden valmistajia on useita, kuluttajatason lääketieteellisten laitteiden kokeilijoita on useita, teollisuuden käyttö merkittävää ja laitteita käytetään moniin eri tarkoituksiin sotilaskäytöstä kemikaaliturvallisuuteen. Ensimmäinen älypuhelin on markkinoilla, johon IR-spektrometri on integroitu.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (005)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
SCiO-materiaalitutka integroitu älypuhelimien	http://www.theverge.com/circuitbreaker/2017/1/5/14180740/changhong-h2-scio-molecular-sensor-hands-on-cs-2017
Ruokaskannerikehitys	https://www.washingtonpost.com/lifestyle/food/this-groundbreaking-technology-will-soon-let-us-see-exactly-whats-in-our-food/2016/03/26/763fb9ca-f070-11e5-89c3-a647fcae95e0_story.html
SCiO-materiaalitutka testikäytössä	http://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/at-work/start-ups/israeli-startup-consumer-physics-says-its-scio-food-analyzer-is-finally-ready-for-prime-timeso-we-took-it-grocery-shopping
Hyperspektri-materiaalitutka kännykkään	http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/tulevaisuuden-kuluttaja-analysoi-ympeC3%A4rist%C3%B6C3%A4C3%A4n-ja-vaikka-ruoan-laatuak%C3%A4nnyk%C3%A4ll%C3%A4
Specim-hyperspektrikamera - materiaalitutka	http://www.specim.fi/iq/
Nanokoon metamateriaalilinssi	http://www.buffalo.edu/news/releases/2015/05/039.html
HBn hyperlinssi näkee 30nm yksityiskohdat	https://phys.org/news/2017-12-hyperlens-crystal-capable-viewing-cells.html
Ruokaskanneri	https://www.indiegogo.com/projects/tellspec-what-s-in-your-food
Bakteerikasvun tunnistus laserspektrometrillä TDLAS	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/tos-lhs031616.php
Materiaalitutka Suomessa	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/2015-01-09/Terrorismin-torjuntaan-lis%C3%A4C3%A4-v%C3%A4lineit%C3%A4---Jyv%C3%A4skyl%C3%A4n-ylipisto-kaupallisti-uuden-rikostutkintamennelm%C3%A4n-3258169.html
Ultranopea mikroskooppi atomitasen kuvaukseen	https://www.colorado.edu/today/2016/02/16/ultrafast-microscope-used-make-slow-motion-electron-movie
Ihmisen (elintoimintojen) mittaus seinien läpi	http://newsoffice.mit.edu/2014/could-wireless-replace-wearables
Ihminen näkyy wifitutkalla seinien läpi	http://rfcapture.csail.mit.edu/
Hyperspektrikamera	http://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/hyperspektrikamera_voi_kutistua_kannykkakokoon
"Nopea" NanoMRI	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/biomedical/imaging/new-technique-brings-nanomri-a-step-closer-to-commercial-applications
Rhealth-skanneri edennyt - FDA-lupa tutkimuskäyttöön	https://www.rhealth.com/rhealth-technology/
Nanometritason kuvantaminen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/aiop-msi092515.php
DIAL-lidar tunnistaa alkoholin ohiajavasta autosta	https://www.extremetech.com/extreme/184050-engineers-create-the-first-laser-breathalyzer-for-drive-by-dui-enforcement
Nanokoon 3D-video lähes reaaliajassa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/miot-mcn121415.php

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (005)	
Kirjan luku kansien läpi THz-aalloilla	http://news.mit.edu/2016/computational-imaging-method-reads-closed-books-0909

2.1.6 Kuvantaminen ja paikannus (006) ****

Teknologiakorin kohdealue: Me tarvitsemme tietoja ympäristömme geometriasta ja omasta sijainnistamme suhteessa muuhun ympäristöön. Liikkuminen, rakennusten suunnittelu, muotojen toistaminen tai kappaleiden olemuksen ymmärtämisen ovat esimerkkejä tarpeesta. Sekä ihmiset että erityisesti liikkuvat koneet tarvitsevat 3D-muotoja ja omaa sijaintitietoa suhteessa mallinnettuun todellisuuteen.

Tähän koriin kuuluvat sekä kuvantamiseen että paikantamiseen liittyvät sensoritekniologiat, mutta ei varsinaista 3D-mallinnusta tai hahmontunnistusta.

Kehityksen yleiskuvaus: Laser- ja spaser -pohjaisten Lidar-järjestelmien kehitys on ollut nopeaa. Niiden avulla voidaan tehdä ympäristöstä 3D-malli ja tunnistaa esineiden etäisyydet, muodot ja liikenopeedet. Lidar mittaa eri suuntiin lähettämiensä signaalien heijastusaikoja ja pääättelee siitä pintojen etäisyydet. Kyse on siis laser-etäisyysmittauksen kehittyneestä versiosta.

Lidar-järjestelmät ovat tärkeä osa robottiliikennettä ja niitä on jo jopa hyvätasoisten robotti-imureiden osina. Lidar-järjestelmien yhteydessä käytetään usein muita etäisyyttä mittaavia keinoja, kuten tutkaa ja infrapunatutkaa, joilla kullakin on vaikutusta esimerkiksi sateen läpäisyyn, heijastusetäisyyteen ja syntyvän kuvan tarkkuuteen sekä havaittuihin materiaaleihin.

Laser ei ole ainoa keino etäisyyden mittaamiseksi. Eri suunnista otettuja kuvia voidaan verrata toisiinsa ja laskea kulmamuuotosten avulla etäisyydet. Verkkosilmien kaltaisilla rakenteilla voidaan sama ilmiö saada aikaan ilman perinteistä linssiä ja tuottaa suoraan kolmiulotteisia kuvia. Tämä edellyttää eri suunnista tulevien fotonien erottamista toisistaan ja havaintojen yhdistämistä laskennallisin keinoin. Vastaavin keinoin voidaan heijastuneista tai aineen läpi kulkeneista laserpulsseista muodostaa kuvia nurkan takana olevista objekteista, seinien takana olevista ihmisistä tai materiaalirakenteesta. Nämä kaikki alueet ovat nopeassa kehitysvaiheessa pääosin tutkimustasolla.

Sijainnin voi mitata myös suhteessa satelliitteihin tai muihin radiomajakoihin. GNSS-järjestelmät ovat kehittyneet aiempaa tarkemmiksi ja hyvissä olosuhteissa jopa senttimetritarkkuus on mahdollinen. Näihin järjestelmiin voidaan tarvittaessa lisätä majakoita, jotka parantavat tarkkuutta. Satelliittipaikannuksen yhteydessä käytetään usein inertialaitteita, joiden avulla paikkatietoa voidaan ylläpitää GNSS-järjestelmän katvealueilla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Lidar-järjestelmiä kehitetään robottiliikenteen nopeasti avautuvien markkinoiden tarpeisiin. Odotetut suuret valmistusmäärät vaikuttavat tuotekehityspanoksiin. Uusia antennitekniikoita ja suuntaamista ilman liikkuvia osia sekä uusia

aaltoalueita tutkitaan myös akateemisissa piireissä sekä tieteellisen kiinnostuksen että aihealueen yhteiskunnallisen merkityksen vuoksi.

Laskennallista kuvantamista ja litteitä kameroita tutkitaan sekä akateemisen motiivin että elektroniikkateollisuuden pitkän tähtäimen liiketoiminnan motivoimana. Tavoitteena on tutkimuksellisen ymmärryksen lisääntyminen ja uudet tutkimusvälineet sekä kuluttaja-elektroniikan uudet sovellukset.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 6																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	20	20	3	3	0	0	3	0	5	10	3	0	3	10	3	5	5	0	0	0	****651

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori yhdistää alkuperäisen raportin kohdat 2.38 Halpa LIDAR ja 2.39 Linssitön kuvantaminen ja laskennallisesti muodostetut kuvat, joista kumpikin nousi toiseksi korkeimpaan ryhmään.

Lidar-järjestelmien hinnat ovat olennaisesti laskeneet ja laatu parantunut. Mekaanisesti pyörivien laitteiden ohella kehitetään "solid-state" laitteita. Hintojen radikaalia laskua ennakoidaan valmistusmäärien kasvaessa. Lyhyen kantaman solid state -lidarit ovat jo muuttuneet edullisiksi ja lupauksia myös ulkotiloissa ajoneuvokäyttöön soveltuvista ratkaisuista on esitetty.

Tutka-alueen ja THz-alueen käyttö kuvantamisessa on yleistynyt ja kyvykkyys esimerkiksi sateen ja sumun aiheuttaman kohinan poistamisessa kuvasta on edennyt. Litteä kamera on kehittynyt sekä laskennallisen kuvanmuodostuksen että diffraktioon perustuvan linssin avulla. Menetelmiä on ryhdytty käyttämään myös mikroskooppisten asioiden selvittämiseen, laajojen ja taipuisten pintojen käyttöön kamerapintana sekä esimerkiksi käden asentojen tunnistamiseen käyttöliittymässä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (006)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
250\$ Lidar 40m kantamalla	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/sweep-lidar-for-robots-and-drones
Lidar yhdelle piirille	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/optoelectronics/mit-lidar-on-a-chip
Halvan LIDARin kehitysnäkymiä	http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/cheap-lidar-the-key-to-making-selfdriving-cars-affordable
Velodyne: VLS-128 yltää tason 5 autonomian tarpeisiin	https://www.theverge.com/2017/11/29/16705674/velodyne-lidar-128-autonomous-vehicles-driverless-cars
GPS senttimetritarkkuuteen	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/centimeter-level-gps-positioning-for-cars
Tutka pienlaitteisiin	http://www.fujitsu.com/jp/group/mifs/en/resources/news/press-releases/2017/0605.html

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (006)	
Laskennallinen kuvantaminen materiaalien läpi, katsaus	http://www.nature.com/news/optics-super-vision-1.16877
OPAL lidar vaikeissa olosuhteissa	https://www.researchgate.net/publication/268194694_Characterization_of_the_OPAL_Obscurant_Penetrating_LiDAR_in_various_Degraded_Visual_Environments
Litteät metamateriaalilinsit IR/THz alueelle	https://phys.org/news/2017-11-ultrathin-flat-graphene-metalenses-gain.html
Useita tulokkaita halvan solid state lidarin markkinoille	https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2017/12/20/quanergy-ramps-up-low-cost-lidar-production-as-laser-vision-battle-intensifies/
Adaptiivinen solid state lidar, 300m - 0.1 asteen tarkkuus	https://www.technologyreview.com/s/609718/a-new-sensor-gives-driverless-cars-a-human-like-view-of-the-world/
FlatCam linssitön kuvantaminen, yleiskatsaus	http://arxiv.org/pdf/1509.00116v1.pdf
Nurkan taakse näkevä SPAD-kamera	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/optoelectronics/camera-that-tracks-hidden-moving-objects-could-aid-rescue-missions-and-avoid-vehicle-collisions
Femtosekuntilaserit verkon analysoinnissa	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/at-work/test-and-measurement/femtosecond-lasers-drive-a-new-generation-of-network-vector-analyzers
Joustava kamerapinta & laskennallinen kuvantaminen	http://news.discovery.com/tech/gear-and-gadgets/wallpaper-camera-wraps-around-any-surface-160415.htm
Linssitön UV-skannaus 26nm tarkkuudella	http://www.osa.org/en-us/about_osa/newsroom/news_releases/2015/pushing_the_limits_of_lensless_imaging/
CMOS-kuvakennot nopeassa kehityksessä	http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325655
Lidar vs Radar	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/aviation/laser-makes-more-accurate-radar-system
Hitachi kehittää linssitöntä kameraa	http://www.hitachi.com/New/cnews/month/2016/11/161115.html
Halpa, tarkka, litteä linssi (diffraktiivinen)	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/06/160602151840.htm
Halpa Lidar jarrutukseen	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/cheap-lidar-for-automatic-braking

2.1.7 IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit (007) ***

Teknologiakorin kohdealue: Radioaaltojen ja näkyvän valon aallonpituuksien väliin sijoittuvat mikroaallot, terahertsiaallot ja infrapuna-aallot. Näillä kullakin taajuusalueilla on erityisominaisuuksia sen suhteen, miten säteet etenevät tai heijastuvat eri materiaaleissa, kuinka paljon informaatiota niiden avulla voi välittää ja kuinka vaativaa niiden modulointi ja moduloidun signaalin lukeminen ovat.

Viestinnän lisäksi näitä aaltoalueita voidaan käyttää esimerkiksi energian siirtoon ja materiaalien sekä etäisyyksien analysointiin. Koska kyse on radiotekniikkaa selvästi korkeammista taajuuksista, edellyttää signaalien ja erityisesti aaltomuotojen digitaalinen manipulointi optoelektroniikalta ja elektroniikalta suuria nopeuksia.

Kehityksen yleiskuvaus: Gigahertsialueella tutuimmat sovellukset ovat olleet taajuusalueen alkupäässä tutka-, tietoliikenne- ja mikroaaltouunisovellukset. Esimerkiksi kolmen Gigahertsin kohdalla puhutaan kymmenen senttimetrin aallonpituuksista. Kehitykselle olennaista on ollut se, että antennit on opittu tekemään aallonpituutta lyhyemmiksi.

Terahertsiaaltoja kyetään uusien teknologioiden avulla manipuloimaan ja analysoimaan. Terahertsiaaltoihin perustuvilla laitteilla on jo erikoisliikkeitä. Tutkimustuloksia ja käytännön sovelluksia syntyy runsaasti. THz-aaltoalue mahdollistaa esimerkiksi melko tarkan tutkakuvan lumi- tai vesisateesta huolimatta.

Spektroskopiassa terahertsialue tuottaa infrapuna-alueella yksityiskohtaisempaa tietoa, koska sen vähäisempi energiamäärä ei häiritse tutkittavaa kohdetta niin helposti. Terahertsiaaltoja käyttäen voidaan langattoman viestinnän nopeutta kasvattaa kertaluokilla Gigahertsialueen WiFi-signaalia nopeammaksi.

Infrapuna-alueella signaalien tarkka vastaanotto mahdollistaa nopean viestinnän lisäksi energian langattoman siirtämisen ja vastaanottamisen, lämpökamerat ja materiaalitutkan kaltaiset laitteet. Tehokas infrapunavastaanotin, joka muuttaa säteilyn sähköiseksi signaaliksi, voi kerätä lämpöenergiaa talteen prosesseista, joissa lämpötilaero on liian vähäinen muutoin tehokkaasti hyödynnettäväksi.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Elektroniikkateollisuus kehittää laitteisiinsa yhä nopeampia menetelmiä tietoliikenteen tarpeisiin. Tämä kehitys palvelee välittömästi laajan kuluttajajoukon nopeasti kasvavia tarpeita. Energian siirron ja talteenoton sekä aaltomuotojen monipuolisemman analysoinnin alueilla kehitysmotiivi on kapeampi ja pitkäaikaisempi. Tutkimus on akateemisesti kiinnostavaa ja aktiivista kaikilla osa-alueilla.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 7																					
Matu-riteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	10	0	3	5	3	5	0	0	3	0	0	0	5	0	10	5	0	3	0	***285

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähin vastaava kori edellisessä raportissa on 2.44 Terahertsiaaltojen manipulointi grafeenilla, joka sijoittui toiseksi tärkeimpänä pidettyyn ryhmään.

Sekä Gigahertsiaaltoja että Terahertsiaaltoja on edellisen raportin jälkeen opittu käsittelemään huomattavasti aiempaa helpommin. Kummallekin alueelle on tuotettu yhden mikropiirin ratkaisuja, joihin on myös saatu antenni ja jopa suuntaava antenni samalle piirille.

Kuituyhteydellä on saavutettu Terabitin sekuntinopeus kaupunkien välillä. Wifi-alueella ja Terahertsialueella on saatu aikaan täysin passiivisia tai hyvin vähän energiaa vaativia piirejä, jotka saavat tarvitsemansa tehon vastaanottamastaan signaalista.

Terahertsiaalloille on toteutettu keskittävä linssi, ja Terahertsivastaanotin on tulostettu joustavalle materiaalille. IR-alueelle on kehitetty useita herkkiä valokennoja sekä säteiden tunnistamiseen että niiden muuttamiseen sähköenergiaksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (007)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
THz-lähetinvastaanotin yhdelle piirille	https://phys.org/news/2017-02-future-terahertz-chips.html
THz spektroskopiassa	http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=56212
Nokia&DT: Terabitin kuituyhteys demonstroitu	https://www.engadget.com/2016/09/18/nokia-terabit-fiber-optic-speeds/
Internet of nanothings - THz-nanoantennit verkostona	http://www.buffalo.edu/news/releases/2016/11/002.html
Passiivinen WiFi (lähes virraton)	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uow-uea022316.php
Millimetriaaltoja tuottava piiri (GHz-alue)	https://techcrunch.com/2017/02/07/tiny-chip-looks-deep-inside-your-body-with-millimeter-wave-radiation/?ncid=rss
Interscatter-virraton antenni heijastaa modifioitua kantoaaltoa	https://techcrunch.com/2016/08/17/devices-could-recycle-radio-waves-instead-of-transmitting-them-with-new-interscatter-technique/
THz-laitteiden kauppa avattu	http://www.prweb.com/releases/terahertz/032014/prweb11686016.htm
UV-IR alueen herkkä valokenno	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-11/au-ldw111416.php
THz-IR grafeeni-plasmoniikalla	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn406627u
Joustava terahertsivastaanotin (ohutkalvotekniikalla)	https://www.theengineer.co.uk/graphene-detector-terahertz/
IR-säteiden tunnistus ja sähkövirta grafeenilla	http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=61020
THz-lähetinpiiri yli 100Gb/s-nopeus	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/new-terahertz-transmitter-outshines-the-competition
Herkkä mikroaaltovalokenno grafeenista	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/first-graphene-photodetector-to-operate-in-the-microwave
60GHz antenni CMOS-piirillä	https://www.intechopen.com/books/microwave-systems-and-applications/innovative-techniques-for-60-ghz-on-chip-antennas-on-cmos-substrate
Nopeuden kahdentaminen radiotiellä	http://www.technologyreview.com/news/532616/simple-circuit-could-double-cell-phone-data-speeds/
Linssi terahertsiaalloille	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/bu-rdn031416.php

2.1.8 LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka (008) ***

Teknologiakorin kohdealue: Näkyvällä valolla on monia sovellusalueita. Käyttöä ovat rannut valon tuottamiseen ja halutun aallonpituuden säätämiseen liittyvät haasteet. LED-tekniikka on viime aikoina nopeasti yleistynyt energiatehokkuutensa ja joustavuutensa vuoksi. Se perustuu elektroluminenssiin. Valo syntyy jännitteen seurauksena diodissa, kun elektroni diodiin aikaansaadun reiän kautta putoaa alemmalle energiatasolle. Se vapauttaa fotonin, jonka aallonpituus vastaa energiatason alenemaa.

LED-tekniikka on alentanut tietoliikenteen kustannuksia optisissa kuiduissa. Uusien LED-valaisimien hyvä hyötysuhde ja mahdollisuus aallonpituuden tarkkaan valintaan parantaneet ratkaisevasti keinovaloon perustuvan viljelyn kustannustehokkuutta. LED-tekniikka on myös mahdollistanut laadukkaat TV-monitorit ja muut näyttöpinnat.

Kehityksen yleiskuvaus: LEDin toimintaperiaate keksittiin 1900-luvun alussa. Ensimmäinen toimiva LED saatiin aikaan 1960-luvulla. Aluksi LED-valot olivat pieniä yksivärisiä tuikeja. Vielä 2000-luvun alussa suuritehoiset LED-valaisimet olivat kalliita. Uusien elektronikkamateriaalien avulla LED-tekniikka on kehittynyt nopeasti ja sovellukset ovat monipuolistuneet.

Huonekohtaiseen langattomaan kommunikointiin soveltuva LED-teknologia on nimetty LiFi-yhteydeksi. Tiedonsiirto perustuu LEDien erittäin suureen kytkentänopeuteen. Teoreettinen nopeus on 10.000 kertaa nykyisin laajasti käytettyä langatonta WiFi-yhteyttä suurempi. Tutkijat ovat saavuttaneet 224Gbps nopeuden. Ensimmäinen LiFi-tuote, Li-1st julkaistiin 2014.

Näyttölaitteissa OLED-näytöt ovat korvanneet laajasti muita teknologioita. Suurikokoiset ja tarkat 4K-näytöt ovat muuttumassa tavalliseksi kulutuselektronikaksi. QLED-tekniikka kilpailee sen kanssa. Siinä grafeeniin tehtyjen kvanttipisteiden avulla diodit kykenevät tuottamaan valoa erittäin tehokkaasti ja vaihtelevilla aallonpituuksilla. Niin kutsutun mikro-LED-tekniikan ennakkoidaan korvaavan OLED-tekniikkaa ja muita tekniikoita etenkin kannettavissa laitteissa ja myöhemmin myös suurikokoisissa ja entistä tarkemmissa näyttöpinnoissa.

Valaisimissa LED-tekniikka on 2010-luvulla levinnyt melko laajaan käyttöön. Energiatehokkaan valaistuksen markkinoiden arvioidaan edelleen kasvavan globaalisti 300 miljardiin dollariin vuoteen 2025 mennessä. Hyötysuhteen paraneminen, hinnan lasku ja mahdollisuus kasveille suotuisiin aallonpituuksiin lisää jatkuvasti keinovalaistun sisäviljelyn suosiota.

Resurssointi ja kehittymotiivi: Kehittymotiivi on voimakas sekä valaistusteollisuuden, viihde-elektronikan että tietoliikennetekniikan alueilla. Mainituista alueista LiFi on vielä käynnistysvaiheissa eikä asiakasrahoitus vielä kannata merkittäviä tuotekehitysinvestointeja. Kaikkiin aihealueisiin liittyy merkittävää akateemista kiinnostusta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 8																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	0	0	1	10	0	0	10	0	0	0	0	3	0	0	0	5	5	0	5	0	***234

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaavia kohtia ovat 2.24 Suuret kosketusnäytöt ja 2.96 LED-”radio” ja ne sijoittuivat toiseen ja neljänteen ryhmään vastaavasti. Raportin kirjoitushetkellä LiFi-termi ei ollut käytössä. Nyt LiFi-verkkoja otetaan jo kaupalliseen käyttöön. Tuotteina on mm. LiFi-USB-sovittimia ja LiFi-valaisimia.

Suuret näyttölaitteet olivat vuosikymmenen alussa harvinaisia. LED korvasi ensin litteissä LCD-näytöissä aiemmin käytetyn taustavalon. Nyt nopeasti yleistyvissä OLED-näytöissä käytetään jo värillisiä ledejä eikä vanhempaa LCD-tekniikkaa ole niissä enää ollenkaan läsnä.

Markkinoille on myös jo tullut kvanttipisteitä käyttävä QLED-tekniikka, joka kykenee suureen värikylläisyyteen. Tulossa on myös mikroLED-tekniikka, jonka arvellaan aluksi valtaavan pienten päälle puettavien laitteiden markkinoita ja toimitusmäärien arvellaan nousevan satoihin miljooniin kappaleisiin muutaman lähivuoden aikana. Nyt on demonstroitu jo erittäin tarkkoja mikroledihin perustuvia 8K*2K näyttölaitteita.

Edellisen raportin kirjoitushetkellä LED-valaisimet olivat vielä kalliita. Eteneminen on ollut nopeaa. LED-valaisimien hinnat ovat romahtaneet ja synnyttäneet sisäviljelystä nopeasti nousevan toimialan. Valaisinpinnoista puhutaan nyt LED-tekniikan mahdollistamana uutena asiana.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (008)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
PureLiFi 15Gb/s, laser-LiFi 100Gb/s -nopeuteen	https://www.nextbigfuture.com/2017/10/led-and-laser-wifi-replacement-can-boost-speeds-to-100-gigabits-per-second-without-interference.html
LiFi 224Gbps-nopeuteen	http://www.electronics-eetimes.com/en/li-fi-achieves-224-gbps-data-transmission-speeds-with-room-scale-cove-range.html?cmp_id=7&news_id=222923915
LiFi-USB-tikku	http://bloom.bg/2mppyTU
Mikroledien markkinan arvelaan kasvavan nopeasti	http://www.eenewsanalog.com/news/microled-display-market-poised-lift-0
QLED 1. passiivinen kvanttipisteleditelevisio markkinoille	https://www.forbes.com/sites/johnarcher/2017/09/19/what-is-qled-and-why-does-it-matter/
Fotonimodeemi (NASA)	http://www.kurzweilai.net/nasa-engineers-to-build-first-integrated-photonics-modem
Google Glass 2.0 toimii ehkä mikroledeillä	http://www.techradar.com/news/google-glass-comeback-could-be-powered-by-over-eye-micro-led-displays
Energiatohokas valaistus \$300MRD vuonna 2025	http://news.sys-con.com/node/4190907
UV LED desinfiointissa	http://www.savonsanomat.fi/uutiset/talous/led-suutari-sai-kansainvalisen-laaturaportin-non/1971147?pwbi=d845cd2b75ec522f8b82403277f0555b
Kvanttipiste-LED valkosininen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/hu-niu060515.php
LiFi -identifiointi yms.	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/fujitsu-forges-lifilike-qr-code

2.1.9 Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi (009) *

Teknologiakorin kohdealue: Plasmoniikka kuvaa monimutkaista valon ja sähkön vuorovaikutusta. Kun elektronit värähtelevät ryhmänä jossakin aineessa esimerkiksi veden aaltoilun tavoin, puhutaan niistä elektroniaalloista plasmoneina. Yksittäinen plasmoni on kvantittunut kvasipartikkeli. Mikäli värähtely tapahtuu lähellä fotonin taajuutta, estää se fotonin kulun materian läpi. Pinnassa tapahtuva värähtely voi heijastaa fotonin takaisin tai jopa vangita sen ja muodostaa uuden kvasipartikkelin, exiton polaritonin yhdessä plasmonin kanssa.

Materian laatu vaikuttaa elektronien värähtelyyn, mutta siihen vaikuttaa myös kappaleen muoto ja koko. Jotta saataisiin efektejä näkyvään valoon, esimerkiksi rakenteisia värejä, tulisi muotojen olla 400 nanometrin pienemmällä puolella. Tähän liittyvää ymmärrystä voidaan käyttää esimerkiksi läpinäkyvien materiaalien tuottamiseen, pintamateriaalien tunnistamiseen ja valon modulointiin.

Grafeenin avulla plasmoniikalla on kyetty saamaan selkeitä, valoa ja sähköä kontrolloitavia efektejä aikaan. Merkittävä osa tutkimuksesta tapahtuu näkyvän valon ohella Terahertsi- ja infrapuna-alueilla. Useita muita materiaaleja kokeillaan erilaisten käytännön sovellusten kehittämiseksi.

Kehityksen yleiskuvaus: Valon taajuutta ja vaihetta moduloimalla on pyritty moninkertaistamaan yksittäisen valokuidun kapasiteetti. Fotonilinkkejä on miniatyrisoitu ja fotonikan osuutta piiriteknikassa kasvatettu. Elektronien hitautta ja vastuksesta aiheutuvaa lämpöhukkaa pyritään kiertämään käyttämällä fotoneihin perustuvia signaaleja.

Optisen vorteksin hyväksikäyttöä tutkitaan. Kyse on yksittäisten fotonien akselikulman moduloinnista viestinnässä. Samalla aallonpituudella on mahdollista amplitudin ja taajuuden lisäksi moduloida akselikulmaa. Sen säätämisen ja havaintotarkkuuden kasvu on ainoa, joka rajoittaa lähetettävän informaation määrää. Teoriassa yksittäinen foton voi sisältää valinnaisen suuren määrän informaatiota, jos sen kulma kyetään lukemaan tarkasti.

Plasmoniikan avulla toteutetaan pieniä lähetyssignaalia suuntaavia kampa-antenneja. Signaalia lähempiin tai etäämpiin kamman haaroihin viivästetään plasmoniikan avulla siten, että lähetyssaallon tai vastaanoton kulma on haluttu. Antenneista saadaan myös lyhyempiä, kun valon etenemisnopeutta hidastetaan. Näin aallonpituutta lyhyemmät antennit saadaan toimimaan hyvin mikropiireihin integroituina.

Läpinäkyvinä materiaaleina on kehitetty mm. kirkas alumiini ja sähkömagneettinen absorberi. On myös kehitetty musta materiaali, jonka heijastavuus on vain 0.035%. Plasmoniikan sovelluksia materiaalien tunnistamisessa ja energian talteenotossa on kuvattu muissa koreissa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Pääosa plasmoniikan tutkimuksesta tapahtuu akateemisen kiinnostuksen perusteella, mutta tietoliikenne ja elektroniikkateollisuus kohdistavat alueeseen kasvavaa kiinnostusta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 9																						
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa	
3	0	0	0	0	10	5	5	0	0	0	0	5	0	3	0	5	0	0	0	0	*99	

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähin edellisen raportin kori on 2.97 Langaton siirto 2,5 Terabittiä sekunnissa (Vortex Beam), joka sijoittui toiseksi tärkeimpään ryhmään. Raportin julkaisun jälkeen ilmeni, että koelaitteistot ovat erittäin herkkiä ja vaativia ja siltä osin eteneminen julkaisujen tasolla on ollut hidasta. Selkeää etenemistä on kuitenkin tahtunut nanomittakaavassa toteutetulla koelaitteistolla ja vaikuttaa ilmeiseltä, että tekniikka muuttuu tarkastelujaksolla käytännölliseksi.

Plasmoniikan käyttö mikropiiritason THz- ja IR -suunta-antenneissa on uusi ja nopeasti edennyt asia, kuten myös taajuuskampa-sovellukset valon taajuuksilla. Spaser-tekniikat etenevät myös nopeasti. Tuoreimpana kirjoitushetken uutisena on 22 nanometrin kokoinen spaser, joka tappaa kehossa syöpäsoluja ne tunnistaessaan.

Grafeenista on toteutettu nanotason linssi. Fotoniantennit, plasmonien kuvantamismenetelmät ja Weylin partikkeleiden avulla toteutettamiskelpoiset laitteet ovat myös osa tuoreinta tutkimusta, johon voi perehtyä alla olevien lähteiden avulla. On ilmeistä, että koko plasmoniikan alue tulee synnyttämään merkittäviä uusia innovaatioita, joiden luonnetta ei nyt kyetä laajasti arvioimaan. Vaikutukset ulottuvat ainakin materiaalitekniikkaan, tietoliikenteeseen, lääketieteeseen ja optikkaan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (009)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Polaritron exitoneja mitattu grafeenissa, aallonpituus viritettävissä	http://nanotechweb.org/cws/article/tech/70494
Nanokokoinen spaser tappaa syövän	http://news.gsu.edu/2017/08/21/spaser-can-kill-circulating-tumor-cells/
Plasmoniikalla piiritason THz/IR-alueen suunta-antenni	https://arstechnica.com/science/2017/07/a-future-for-light-powered-wireless-connectivity-thanks-to-graphene/
Kamerakenno IR- ja näkyvän valon alueelle (kvanttipisteet)	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2017-05/iipogaq052617.php
Nanoscale vortex beam generator	https://www.nature.com/articles/srep29547
Suurikapasiteettinen virustunnistus plasmoniikalla	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-024-0850-8_13
Fotonilinkkejä prosessoripiirin sisällä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uoc--edf121815.php
Siirtonopeus 1Tb/s optisilla kammioilla yhdellä aaltoalueella	http://www.scienceworldreport.com/articles/14261/20140425/using-light-and-microresonators-for-ultra-fast-data-transmission.htm
Nanoantennin (valo) tuotantomenetelmä kehittyä	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/iu-hn-042716.php

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (009)	
Tyyppin II Dirac Fermionit, Weylin partikkelit laitteiksi?	https://physics.aps.org/articles/v10/74
Läpinäkyvä sähkömagn absorberi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/aurdt072015.php
Nanotason fotonikkaa kuparin avulla, ratkaisee ongelmia	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/miopppa022516.php
Nanokoon valoresonaattori	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/uow-nld071315.php
Optoelektroninen, tehokas bakteerin kokoinen modulaattori	http://www.mwee.com/news/electro-optic-modulator-size-bacteria-cut-energy-use
Plasmoneista sähköllä valoksi nopeasti	http://news.mit.edu/2016/new-way-turn-electricity-light-using-graphene-0613
Plasmoniikalla IR-THz-manipulointia moire-litografi-alla	http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=44242.php
Grafeenista nanometritason linssi	http://www.gizmag.com/optical-lens-one-billionth-meter-thick/41588/
Grafeenirihmat emittoivat voimakasta säädettävää valoa	https://phys.org/news/2018-01-individual-graphene-nanoribbons.html
Fotonimolekyyliä	http://phys.org/news/2013-09-scientists-never-before-seen.html
Fotonien aiheuttama massa-aalto-hypoteesi	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2017-06-30/
THz-plasmonien kuvantamismenetelmä	http://phys.org/news/2016-11-on-chip-thz-graphene-plasmons.html
Musta materiaali 0.035% Van-tablack	http://www.independent.co.uk/news/science/blackest-is-the-new-black-scientists-have-developed-a-material-so-dark-that-you-cant-see-it-9602504.html

2.1.10 Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit (010) **

Teknologiakorin kohdealue: Näkyvän valon tai muiden fotonien saattaminen samantah-tisiksi tuo lasersäteelle erityispiirteitä. Samantahtisen säteen suunta säilyy normaalia va-lonsädetä paremmin. Samalla pienelle alueelle voidaan pakata suurempi teho. Sädetä voi käyttää viestintään tai mittaamiseen ja sillä voidaan vaikuttaa kohteisiin. Suurteholasereilla voidaan esimerkiksi leikata paksuakin terästä, mutta suurteholaserit ja niiden asekäyttö käsitellään toisessa korissa. Vähäisemmillä lasereilla on mahdollista esimerkiksi 3D-tulos-timissa valmistaa tavaroita, suorittaa silmäleikkauksia ja lukuisia muita tehtäviä.

Mittaustarkoituksissa lasersädetä voidaan moduloida ajan funktiona. Näin heijastuvasta signaalista voidaan päätellä, milloin se on lähetetty ja kuinka pitkän matkan se on kulkenut. Laser voi lähettää säteitä jatkuvasti tai se voi lähettää säteen lyhyinä purskeina. Jälkimmäi- sessä tapauksessa puhutaan tyypillisesti femtosekunnin lasereista.

Osittain laserin kaltaisia ovat muut hiukkassäteet, kuten esimerkiksi elektronisuihku. Hiukkaskiihdyttimistä puhutaan, kun elektroneja, protoneja tai muita alkeishiukkasia kiihdytetään suureen nopeuteen. Korkeaenergisillä hiukkassuihkuilla tutkitaan ja muokataan materiaalin ominaisuuksia.

Kehityksen yleiskuvaus: Laserit yleensä ja femtosekunnin laserit erityisesti ovat kehittyneet nopeasti. Laserien minimikoko on radikaalisti pienentynyt ja aaltoalueiden valikoima laajentunut mikroaalloista aina röntgensäteisiin. Laserit ovat muuttuneet viritettäviksi; taajuusaluetta vaihdetaan nopeasti. Jopa femtosekunnin laserin peräkkäiset pulssit voidaan lähettää eri taajuuksilla.

Hiukkaskiihdyttimet ovat perinteisesti olleet erittäin suuria laitteita. Nyt on onnistuttu pienentämään niitä kannettavien laitteiden kokoon ja jopa mikropiirikokoon. Varsinaisten alkeishiukkasten lisäksi plasmoneja ja muita kvasipartikkeleita kytetään generoimaan mikropiiritasolla. Kehitys on edennyt niin nopeasti viime vuosina, ettei edes jo olemassa olevien kykyjen kaikkia sovellusmahdollisuuksia ymmärretä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehityksen ensisijainen moottori on akateeminen tutkimus. Teknologialla on merkittäviä sovelluksia, mutta vaikutukset ovat siten pitkävaikutteisia, ettei yritysten tuotekehitysmotiivi kokonaan uusien teknologioiden kehitykseen ole riittävä. Toisaalta akateeminen tutkimus etenee jatkuvasti ja tutkimuspanokset vaikuttavat merkittävilä.

Laser-tekniologiassa on jo ollut suuri vaikutus mm. tietoliikenteeseen, lääketieteeseen, kulutuselektroniikkaan, teollisuuteen ja robottiliikenteeseen. Vaikutuksen voi arvioida tulevaisuudessa kasvavan olennaisesti ja yritysten kiinnostuksen samalla kasvavan.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 10																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	5	5	3	1	0	0	0	0	3	5	0	5	0	5	0	3	5	0	0	0	**160

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi ja lisätty, koska alue kehittyy nyt erittäin nopeasti. Esimerkki uudesta kehityksestä: yhdellä reaaliaikaisesti säädettävällä laserilla on toistettu koko näkyvän valon alue. Mahdollisina sovellusalueena pidetään näyttölaitteita ja LiFi-verkkoja.

Sekä mikroaaltolaser että Terahertsilaser on saatu mikropiirikokoon. Femtosekuntilaserin pulsseihin on saatu viiden petawatin (1015W) teho. Suuri lyhytaikainen intensiteetti aikaansaa vaikutuksia, joita sama energiamäärä ei pidemmän ajan kuluessa esimerkiksi lämmön siirtymisen vuoksi saa aikaan.

Hiukkaskiihdyttimiä on onnistuttu pienentämään. Pöydälle mahtuva laite voi singota elektroneja useiden gigaelektronivolttien energiatasoihin. Näyttää mahdolliselta tuottaa pienillä laitteilla saman laatuaisia hiukkassuihkuja, joihin on toistaiseksi tarvittu kilometrien mittaisia kiihdyttimiä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (010)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Hiukkaskiihdytin piirillä, spekulointia sovelluksilla	https://www.engadget.com/2017/10/30/slacs-accelerator-on-a-chip-could-revolutionize-modern-medicine/
Viritettävä nanolaser &THz	http://www.nature.com/ncomms/2015/150420/ncomms7939/full/ncomms7939.html
Grafeenista nano-laser (spaser)	http://www.extremetech.com/extreme/180728-graphene-spaser-brings-optical-computing-to-the-nano-scale
Halpa femtolaseri pinta-viimeistelyyn	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-08/fopu-sia082015.php
Miniaturisoitu hiukkas-kiihdytin, piirillä	http://phys.org/news/2013-09-chip.html
THz-laser grafeenimag.kentillä	http://phys.org/news/2014-11-magnetic-fields-lasers-elicite-graphene.html
Millimetrikoon mikroaal-tolaser	http://www.natureworldnews.com/articles/12016/20150116/rice-sized-laser-leads-the-way-in-quantum-computing.htm
Valkoinen laser kvanttipisteillä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/devices/the-first-white-laser
Pieni tehokas kiihdytin, pöytämalli	http://phys.org/news/2014-12-world-compact-tabletop-particle.html

2.2 Tekoöly ja algoritminen päättely

Tekoöly ja algoritminen päättely ovat laajan globaalin huomion kohteena monien tuoreiden läpimurtojen vuoksi. Tulevaisuudessa yhä useammat tietojenkäsittelytehtävät voidaan automatisoida. Tämän seurauksena syntyy yhtäältä johtajattomia organisaatioita ja toisaalta entistä monimutkaisempaa byrokratiaa. Kehityksen painopiste on itseoppivissa järjestelmissä. Kyse ei enää ole siitä, että kone ratkaisisi ongelmia, jotka sille on valmiiksi ohjelmoitu, vaan koneet kykenevät oppimaan kohtaamistaan tilanteista ja etenemään kohti uusia ratkaisuja hieman tutkijoiden tai lasten tavoin.

Demonstraatioissa tekoöly kykenee esimerkiksi tunnistamaan ihmisten tauteja, pelaamaan itselleen ennestään tuntemattomia videopelejä, tunnistamaan kuvien sisältöjä, ratkaistaan keskikoulun matematiikan tasokokeen tehtäviä ja jopa löytämään tieteellisiä läpimurtoja.

Useat tahot ovat julkaisseet tekoölysovellusten kehittämistä jouduttavia alustoja. Jonkin alustan yleistymisen tekee mahdolliseksi sille alustalle kehitettyjen sovellusten ja laitteiden vaihtaa osaamista keskenään. Jos siis yksi robotti tunnistaa ongelmatilanteen ja ratkaisee sen, voi se jakaa tiedon muille samaa alustaa käyttäville koneille.

Tekoölyn vaikutukset eivät rajaudu vain aineettomaan tietojenkäsittelyyn. Robotit ja ihmisen käyttämät laitteet voivat sen avulla tunnistaa ympäristönsä ja oppia suorittamaan tehtäviä. Kehityksellä on arvioitu olevan hyvin merkittävä vaikutus nykyisiin työpaikkoihin ja

jopa yhteiskuntarakenteisiin. Tekoälyn käyttöä sotilasteknologiassa pyritään rajaamaan. Itsenäisesti tappamispäätöksiä tekevät laitteet muuttavat sodan luonnetta ennakoimattomalla tavalla.

Tekoäly ja algoritminen päättely	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
11	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaus
12	Neuroverkot ja syväoppiminen
13	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat
14	Kasvojen ja emotioiden tunnistus sekä projisointi
15	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit
16	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus
17	Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen
18	Tekoälyn asiantuntijasovellusten opetusaineistot

2.2.11 Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaus (011) ****

Teknologiakorin kohdealue: Ihmiset hoitavat valtaosan asioista keskenään puhumalla, jos he ovat kasvokkain samassa tilassa. Koneita on käytetty lomakkeiden, kytkinten ja muiden määrämuotoisten toimintatapojen avulla, koska yleensä sille ei ole ollut käytännöllistä vaihtoehtoa. Tämä on johtunut yhtäältä koneiden määrämuotoisesta tai yksinkertaisesta toiminnasta sekä toisaalta ihmisen puheen monitulkintaisuudesta ja hahmotuksen vaikeudesta.

Tekoälyn kehitys muuttaa sovelluksia yhä monimuotoisemmiksi. Samalla se helpottaa koneellista luonnollisen kielen tulkintaa niin puhutussa kuin kirjoitetussa muodossa. Koneiden hoitaessa tulkkauksen, helpottuu ihmistenkin välinen kommunikointi. Puhuvia tai puhetta ymmärtäviä koneita tarvitsevat myös mykät, kuurot ja sokeat, kukin ryhmä eri syistä.

Kehityksen yleiskuvaus: Useat toimijat kehittävät käännössovelluksia oppivan tekoälyn avulla. Käyttäjäkunnan laajuus on eräs oppimisen edellytys. Microsoft on esimerkiksi lisännyt simultaanitulkkauksen maksuttomaan videopuhelinsovellukseensa Skypeen. Tuetut kielet ovat kokeiluversiossa englanti, espanja, italia ja kiina. Microsoft uskoo käännösten laadun parantuvan käytön myötä. Tekstipohjaiseen viestintään Microsoft tukee käännöstä 50 eri kielen välillä. Puheentunnistus- ja kielenkääntöominaisuuksia tarjoavat monet muutkin maksuttomissa pilvipalveluissa sekä älypuhelimissa.

Maksullisia puheentunnistusohjelmia on tarjolla runsaasti ja parhaiden tarkkuus ylittää 95%. Puheentunnistus ja kielenkääntäminen liittyvät läheisesti ihmisen ilmaisemien merkitysten tunnistamiseen ja jäsentämiseen viitekehysten kautta. Puhesynteesissä on edetty ymmärrettävän puheen tuottamisesta siihen, että kyetään imitoimaan esimerkiksi puhujan omaa puhetapaa vieraalla kielellä tai valitun toisen ihmisen puhetapaa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimuksen ja kehityksen pääasiallinen motiivi on muuttunut kaupalliseksi. Kyky tarjota palveluita ja kanssakäymisen apuvälineitä mahdollisimman monilla kielillä on tärkeä globaaleille yrityksille. Monilla niistä on myös pääsy tekoälyn opettamiseksi tarvittaviin laajoihin opetusaineistoihin ja oppimiselle välttämättömään palautteeseen. Akateeminen tutkimus on jäänyt selkeästi toissijaiseksi tällä alueella lukuun ottamatta imitointia.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 11																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	3	3	0	3	0	0	3	10	5	5	10	3	10	5	5	5	5	10	5	3	****558

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaava kori edellisessä raportissa oli toiselle tasolle yltänyt 2.17 Puheentunnistus ja simultaanitulkkaus, johon nyt on lisätty puhesynteesi. Edellisen raportin julkaisuhetkellä oli vastikään demonstroitu englanninkielisen puheen simultaanitulkkaus kiinaksi. Nyt se ja monet muut kieliyhteydet ovat sekä vapaasti verkossa että kaupallisina tuotteina saatavilla. Niin puheen tunnistus kuin kääntäminenkin ja synteesi ovat kaikki siirtyneet sääntöpohjaisista tekniikoista hermoverkko-pohjaisiksi op-piviksi järjestelmiksi.

Useat valmistajat toimittavat tai lupaavat toimittaa korvakuulokkeita ja mikrofoneja, joiden avulla erikieliset ihmiset kuulevat toistensa puheen omalla kielellään. Viimeisimpänä markkinatulokkaana on Google 40 kielen tulkkauskapasiteetilla. Puhesynteesin alueella Lyrebird kykenee simultaanisti muuttamaan puheen halutun toisen ihmisen kuuloiseksi. Puhesynteesi on myös saatettu toimimaan suoraan aivojen ohjauksessa. Tutkimuspotilaana hoidettu ALS-potilas ohjaa puhesyntetisaattoria aivoimplantilla.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (011)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Lyrebird-ohjelma imitoi ihmisiä reaaliajassa	https://www.scientificamerican.com/article/new-ai-tech-can-mimic-any-voice/
MS puheentunnistuksessa 6.3% epätarkkuuteen	http://blogs.microsoft.com/next/2016/09/13/microsoft-researchers-achieve-speech-recognition-milestone/
Puhesynteesi luonnollisemmaksi - deepmind wavenet - raw audio	https://deepmind.com/blog/wavenet-generative-model-raw-audio/
Google Pixel Buds: 40 kielen simultaanitulkkaus	https://www.engadget.com/2017/10/04/google-pixel-buds-translation-change-the-world/
Simultaanitulkki korvaan, Waverlyn Pilot ennakkotilauksiin	https://www.gapyear.com/news/267902/new-earpiece-translates-speech-in-real-time
Lingmo simultaanitulkki korvaan	http://www.wired.co.uk/article/translation-earpiece-one2one-released
ALS-potilas ohjaa puhesyntetisaattoria aivoimplantilla	https://www.ecnmag.com/news/2016/11/paralyzed-als-patient-operates-speech-computer-her-mind

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (011)	
Skypeen simultaanitulkkaus	https://www.pcworld.com/article/3022752/software/skypes-magical-real-time-language-translator-tool-goes-live-for-all-windows-users.html
Robotisoitu puhelinpalvelu Nuance	http://www.nuance.com/for-business/customer-service-solutions/loquendo-small-business-bundle/index.htm
AI lukee huulilta 50% oikein	https://arxiv.org/abs/1611.05358

2.2.12 Neuroverkot ja syväoppiminen (012) ****

Teknologiakorin kohdealue: Tekoälystä tai keinoälystä on puhuttu hyvin pitkään. Tavoitteena on aina ollut saada kone tekemään ihmisen tavoin asioita, jotka aiemmilla ohjelmointitavoilla ovat olleet tavoittamattomissa. Monet noista koneelle ongelmallisista asioista ovat ihmiselle olleet luontaisia. Konenäkö ja hahmontunnistus, puhutun kielen ymmärtäminen, pelien pelaaminen ja parhaiden reittien tai suoritustapojen löytäminen sekä kyky keskustella ihmisen kanssa ovat esimerkkejä tyypillisistä haasteista.

Moniin ohjelmointitehtäviin on löytynyt algoritmisia ratkaisuja ja uusia ohjelmointitekniikoita, joiden jälkeen tekoälyn rajaa on aina siirretty etäämmälle aina ”todelliseen” ymmärtämiseen saakka, mitä se sitten tarkoittaakaan. Nykyinen kehityksen valtavirta ratkoo tekoälyn ongelmia hermoverkkoja simuloivan teknologian ja monikerroksisen syväoppimisen keinoin. Tavoitteena on se, että kone selviäisi yhä useammasta tehtävästä.

Kehityksen yleiskuvaus: Tekoälyn kehitys on vauhdittunut monien konenäön ongelmien ratkettua. Kehitys on osittain perustunut Suomessa keksittyihin itseorganisoiuviin karttoihin. Niistä poiketen, syväoppimisessa oppiminen ja käsitteenmuodostus tapahtuvat kerroksittain, yksitasaisuuden sijaan. Koneäly oppii ensin alkeet ja kerroksittain niistä koostuvat kokonaisuudet ja relaatiot.

Toistaiseksi tekoälyn käyttämiä hermoverkkoja simuloidaan tavallisilla tietokoneilla ja grafiikkaprosessoreilla, mutta laitevalmistajat kehittävät algoritmien käyttämien tensoreiden laskentaan erityisprosessoreita ja myös prosessoreita, jotka toteuttavat hermoston kaltaisia rakenteita suoraan. Tätä laitekehitystä käsitellään tarkemmin toisaalla korissa 23.

Tekoäly oppii melko vähistä havainnoista ja kokemuksista, mikäli sille on annettu reunaehdot ja käsitteellinen malli valmiiksi. Jos rakenne on opeteltava havainnoista, riippuu oppimisnopeus siitä, ovatko havainnot valmiiksi luokiteltuja. Monimutkaisissa tehtävissä on havaittu, että miljoonankaan havainnon jälkeen tekoäly ei ole täysin oppinut vaan sata miljoonaa lisähavaintoa parantaa tulosta vielä olennaisesti. Toistaiseksi voidaan sanoa, että ihminen oppii huomattavasti harvemmista havainnoista, mutta tekoäly käsittelee yksittäiset havainnot nopeammin. Tekoälyn osaaminen on lisäksi monistettavissa

Keskeinen uusi metodi tekoälyn kehittämisessä on toinen tekoäly, joka generoi opetusaineistoa tai antaa palautetta. Tekoälyn oppiminen on nykyään hermoverkon koulumista,

jossa positiivinen ja negatiivinen palaute ovat keskeisellä sijalla. Oppiminen tapahtuu nopeasti, mikäli tilanteiden ja palautteen laadukas tuottaminen voidaan automatisoida.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tekoälyn kehityksessä kaupalliset intressit ovat muuttuneet hallitseviksi. Akateeminen tutkimus on aktiivista, mutta läpimurtoja tekevät IBM:n, Googlen ja Microsoftin kaltaiset suuryritykset, joilla on tekoälyn opettamiseen tarvittavia massiivisia tietovarantoja käytettävissään tai kyky organisoida niiden joukkoistettu hankinta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 12																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	10	10	5	10	3	3	5	10	5	20	20	10	5	20	10	10	5	5	5	20	****955

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähin kori edellisessä raportissa on 2.34 Itseorganisoituvaa dataa, joka sijoittui kolmanteen ryhmään. Tuolloin itseorganisoituvan tekoälyn onnistumiset olivat hyvin rajallisia ja soveltuivat melko kapea-alaisten kysymysten ratkaisuun. Tilanne muuttuu nopeasti. Oppiva tekoäly on keskeisellä sijalla robottiliikenteessä, kielenkääntämisessä, konenäössä ja finanssisektorin monissa sovelluksissa. Tekoäly oppii pelejä itseään vastaan pelaamalla, ja oppii luomaan ihmisen näköisiä kuvia, kun toinen tekoäly kritisoi kuvien puutteita.

Tekoäly on oppinut pelaamaan sekä shakkia että Go-peliä mestareita paremmin. Tekoäly on myös ratkonut matemaattisia ongelmia. Diagnostiikassa, autonajossa, kuvankäsittelyssä ja useissa muissa tehtävissä tekoäly suoriutuu ammattilaisen tavoin. Kielenkääntökilpailussa tekoäly on saavuttanut ammattilaisten keskimääräisen tason. Lääketieteellisissä tehtävissä konenäkö tunnistaa tietyt anomaliat keskimääräistä ammattilaista paremmin. Nämä kaikki läpimurrot ovat tuoreita.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (012)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Hermoverkkokäynnöistä hienoja tuloksia, Google	https://research.googleblog.com/2016/09/a-neural-network-for-machine.html
Konenäkö alittanut ihmisen virhemäärän	https://siliconangle.com/blog/2017/09/27/google-brain-chief-jeff-dean-ai-beats-humans-computer-vision-healthcare-will-never/
Analyysi AI:n rajoista ja mahdollisuuksista eri alueilla	https://ai100.stanford.edu/sites/default/files/ai_100_report_0831fml.pdf
AI-epätäydellinen päättely, AI voittaa pokerissa	http://www.nature.com/news/game-theorists-crack-poker-1.16683
MIT: AI kykenee näyttämään päättelynsä	https://www.engadget.com/2016/11/01/mit-makes-neural-nets-show-their-work/
AI:n hahmontunnistuskky paranee jatkuvasti, tilasto	https://www.eff.org/ai/metrics
Hermoverkko (AI) kehittää hermoverkkoa	https://github.com/kootenpv/neural_complete

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (012)	
AI ratkoo vaikean matemaattisen ongelman	https://www.newscientist.com/article/dn25068-wikipedia-size-maths-proof-too-big-for-humans-to-check
GAN - AlphaGo Zero oppi nopeasti ihmistä paremmaksi	https://www.youtube.com/watch?v=WXHFqTvfFSw
Deep learning \$16MRD diagnostiikkamarkkina	https://ark-invest.com/research/deep-learning-based-diagnostics
Deep vision, AI, Deep Learning -esimerkkejä	https://github.com/kjw0612/awesome-deep-vision
MIT: AI:n arvioi kuvan muistoarvon	https://splinternews.com/mit-created-a-tool-that-will-tell-you-how-memorable-you-1793853617
Nima (AI) tunnistaa kauniita kuvia	https://arxiv.org/abs/1709.05424
AI saavuttanut IQ75-tason älykkyytestissä	http://www.rdmag.com/news/2017/01/ai-model-created-performs-human-levels-standard-intelligence-test
Deep learning AI, taustoitus	http://www.ted.com/talks/jeremy_howard_the_wonderful_and_terrifying_implications_of_computers_that_can_learn
Matematiikka innovaatioiden taustalla, malli	https://www.technologyreview.com/s/603366/mathematical-model-reveals-the-patterns-of-how-innovations-arise/
AI-startup-rahoitus nousussa	http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-03/i-ll-be-back-the-return-of-artificial-intelligence

2.2.13 Hahmontunnistusalueet ja muut AI-alueet (013) ****

Teknologiakorin kohdealue: Tekoälyn kehittäminen perinteiseen tietotekniseen ympäristöön on haastava tehtävä. Tekoälyjärjestelmän vaatima ohjelmointiosaaminen, tekoälyn opettamiseen tarvittava runsas aineisto ja oppimiseen kuluva suuri laskentateho nostavat kynnyskorkealle.

Hyödyllisiä sovelluksia tavoiteltaessa on käytännöllistä valita tekoälyn kehitykseen erityisesti tarkoitettuja laitteita ja valmiita sovellusympäristöjä. Näihin viitataan tässä kohdassa alustoina. Kyse on hermoverkkolaskentaan erityisen hyvin soveltuvista prosessoreista, kokonaisista konesalipalveluista, valmiista tekoälyn kehitysohjelmistoista tai pilvipalveluista ja jopa alimpien kerrosten tai mallien osalta valmiiksi opetetuista järjestelmistä. Näiden alustojen tarkoitus on nopeuttaa uusien tekoälysovellusten kehittämistä ja helpottaa niiden käyttöä.

Kehityksen yleiskuvaus: Tekoälyä varten optimoituja prosessoreita ovat kehittäneet mm. NVidia, IBM, Google ja HP. Prosessorikehitystä käsitellään toisessa teknologiakorissa, mutta tässäkin kohden on olennaista havaita sekä monien tehokkaiden kehitysympäristöjen että käyttöympäristöjen olevan prosessorisidonnaisia.

Useita tekoälyn kehitysympäristöjä on saatavilla avoimena lähdekoodina. Laajoja järjestelmiä tarjoavat mm. IBM, Google, Microsoft ja Amazon. Alustoissa voi olla valmiina luonnollisen ja puhutun kielen tulkinta ja perustasolla opetettu konenäkö, joka tunnistaa perusasioita kuvista.

Tavallisimmin alustoja tarjotaan pilvipalveluina, joista maksetaan käytön mukaan. Merkittävät toimijat kehittävät jatkuvasti uusia geneerisiä kykyjä ja sovelluksia omiin alustoihinsa. Näitä voidaan tarjota mainosrahoitteisesti kuluttajien käyttöön, osana laitekauppaa, osana alustan toiminnallisuutta tai osana yrityksille kehitettyjä asiantuntijajärjestelmiä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Alustakehityksen rahoitusmotiivi on selkeän kaupallinen. Akateemisen tutkimuksen osuus on vähentynyt, mutta edelleen merkityksellinen monilla sovellusalueilla. Joukkoistuksella on suuri vaikutus opetusaineiston ja palautteen keräämisessä. Startup-rahoituksen turvin on mahdollista kilpailla alustamarkkinoilla ainakin kapeissa segmenteissä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 13																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	3	5	5	5	0	0	5	10	5	10	5	0	0	3	3	3	3	5	0	3	****365

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisessä raportissa vastaava kori oli 2.30 Hahmontunnistus ja hahmojen hakupalvelut ja se nousi toiseksi tärkeimpään ryhmään. Uudet taskukamerat tunnistivat tuolloin hymyilevät kasvot, kuva-arkistot tunnistivat tutut ihmiset ja poliisin kamera tunnisti rekisterilaatat. Selkeiksi tekoälyn kehitysalustoiksi ei mikään vielä ollut noussut eikä syväoppimisesta vielä laajasti puhuttu.

Syväoppimisen ympäristöjä on nyt tullut markkinoille runsaasti sekä ohjelmistotuotteina että pilvipalveluina. Kehitys on edennyt yhä avoimempaan suuntaan erityisesti Microsoftin, IBM:n, Googlen ja Amazonin sekä NVidian ymmärrettyä, miten olennaista on saada kuluttajat tai suuret organisaatiot heidän alustojensa käyttäjiksi, jotta alustat oppisivat mahdollisimman paljon.

Tekoälykilpailu on ymmärretty alustakilpailuksi samalla tavalla kuin tietoliikennekäytännöt tai käyttöjärjestelmät ovat keskenään kilpailleet. Niissä vallitsee kasvavan rajahyödyn laki, eli käyttäjämäärän kasvu lisää arvoa. Tämän vuoksi alustoja kehitetään ja tarjotaan nyt käyttäjille matalan kynnyksen kautta. Tekoälyohjelmistoja on tuotteistettujen ja palveluna tarjottavien alustojen lisäksi saatavilla myös avoimen koodin lisensseillä niille, jotka haluavat luoda omia alustojaan tai kehittää algoritmeja edelleen.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (013)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
DR Watson diagnostiikassa, yleiskuvaus, hyödyt	http://www.businessinsider.com/ibms-watson-may-soon-be-the-best-doctor-in-the-world-2014-4
Deep Mind - itseoppivaksi (unsupervised)	http://thenextweb.com/artificial-intelligence/2016/10/17/deepmind-ai-platform-can-now-learn-without-human-input/
Deep learning -framework-vertailu	https://github.com/zer0n/deepframeworks/blob/master/README.md
Googlen kuvantunnistus hyvällä tasolla	https://www.engadget.com/2016/09/23/googles-ai-is-getting-really-good-at-captioning-photos/
AI Amazon Echo	http://www.popsi.com/amazon-echo-first-artificial-intelligence-youll-want-home?dom=fb&src=SOC
Microsoftin AI-alusta avoimeksi	http://techcrunch.com/2016/01/25/microsoft-moves-its-cntk-machine-learning-toolkit-to-github/
Googlen AI opettelee AI-kehitystä	https://www.technologyreview.com/s/603381/ai-software-learns-to-make-ai-software/
Open AI, Musk	https://medium.com/backchannel/how-elon-musk-and-y-combinator-plan-to-stop-computers-from-taking-over-17e0e27dd02a

2.2.14 Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi (014) ****

Teknologiakorin kohdealue: Ihminen tunnistaa toisen ihmisen luonnollisimmin kasvoista. Kasvot ja niiden ilmeet ovat meille niin tärkeitä, että niiden analysointiin on aivoissa oma alueensa. Kasvot ja ilmeet paljastavat huomattavan paljon ihmisen luonteesta ja mielialasta sekä kiinnostuksen kohteista ja me olemme ilmeistä hyvin kiinnostuneita.

Tekoälyn tunnistessa kasvot ja eleet voi kone esimerkiksi valvoa käyttöoikeuksia tai reagoida kuhunkin ihmiseen ja tämän mielialaan empaattisesti. Kasvojen ja ilmeiden projisointi kuuluu myös tähän koriin. Ilmeiden näkeminen auttaa viestinnän merkitysten ymmärtämistä.

Koriin kuuluu myös kasvojen tunnistaminen ihmisen perimästä. Tämä helpottaa esimerkiksi rikostutkintaa, kun rikospaikalta löytyy DNA-näytteitä, jotka eivät vastaa tunnettuja näytteitä.

Kehityksen yleiskuvaus: Koneellista kasvojen tunnistusta on kehitetty moniin eri tarkoituksiin tuttavallisista leikkikalusta ja digikuvien automaattisesta lajittelusta aina rikollisten tunnistamiseen. Eleiden ja ilmeiden tunnistus auttaa konetta oppimaan ihmisen toiveet ja vaihtamaan tarvittaessa toimintatapaansa. Kun kasvojen ja ilmeiden dynamiikka ymmärretään, kyetään halutun kaltaisia kasvoja animoimaan esimerkiksi elokuvateollisuuden ja peliteollisuuden tarpeisiin sekä tietokoneen ja ihmisen väliseen luonnolliseen keskusteluun.

Ihmisen kasvoista kyetään yhä paremmin erottamaan tämän emootiot. Emootioiden ja pysyvien piirteiden erottelun avulla on mm. demonstroitu Georg W. Bushin puhe ilmeineen useiden eri julkisuuden henkilöiden kasvoilla animoituna. Tulevaisuudessa tämä merkitsee vaikkapa sitä, että elokuvan roolihenkilöiksi voi valita omat tuttunsa tai kenen tahansa julkisuuden henkilön, kuten nyt jo voi joissakin peleissä tehdä.

Kasvokuvan tuottaminen DNA-näytteen avulla on nyt tasolla, josta voi rikostutkinnassa olla merkittävää hyötyä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitys etenee osana yleistä tekoälykehitystä. Akateemisen tutkimuksen merkitys on suuri kasvojen ja emootioiden synteettisen tuottamisen alueella. Kasvojen tunnistaminen perimästä on ainoa korin aihealue, johon ei toistaiseksi liity elektroniikka- ja viihdeteollisuuden tai palvelualan asiakastarpeeseen pohjautuvaa tuotekehityskilpailua.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 14																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	1	0	3	0	0	3	5	10	10	3	3	3	5	10	10	5	3	10	5	****368

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaavat korit edellisessä raportissa on 2.14 Ihmisten tunnistus (DNA, kamera) ja 2.15 Emootioiden projisointi ja automaattinen tunnistaminen, jotka molemmat nousivat toisiksi korkeimpaan ryhmään. Ihmisten tunnistus on kehittynyt nopeasti. Edulliset DNA-lukijat ovat kaupallistumassa. Craig Venter on demonstroinut sovelluksen, joka tuottaa ihmisen DNA-sekvenssin perusteella tunnistettavan kasvokuvan. Facebook ja monet muut sovellukset tunnistavat kasvokuvasta ihmisen, vaikka vertailukuva olisi eri kulmasta otettu.

Lämpökamerakuvasta voidaan päätellä, onko ihminen rakastunut ja koneellisesti kyetään tunnistamaan tärkeimmät emootiot. Obaman kasvot on animoitu huulisynkroniin ja ääninauhalta kuullun puheen sävyjen mukaisiin muihin ilmeisiin. Lukuisten muiden tunnettujen ihmisten kasvoja on animoitu reaaliajassa videolla näkyvän toisen ihmisen ilmeiden mukaan.

Kasvokuvan tuottamisen nykytilaa kuvaa ohjelmisto, joka tekee luonnollisen näköisen kasvokuvan viivapiirroksen perusteella.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (014)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Tunnetun ihmisen animointi ääninauhan huulisynkkaan	http://grail.cs.washington.edu/projects/AudioToObama/siggraph17_obama.pdf
Kasvokuva DNASTa, Venter	http://www.zmescience.com/medicine/genetic/dna-predict-face-voice-craig-venter-0432453/
Emootioita tunnistava robotti Pepper	http://edition.cnn.com/2014/06/06/tech/innovation/pepper-robot-emotions/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (014)	
Kasvojen tunnistus DNA:sta (Penn Univ.)	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/forensic-scientists-build-crude-3d-mugshots-dna
MIT: AI tunnistaa kasvat kuvakulmasta riippumatta	https://www.engadget.com/2016/12/02/mit-s-ai-figured-out-how-humans-recognize-faces/
Emootioita tunnistava kone	http://nemohanke.blogspot.fi/2015/06/kone-tietaa-tunteesi.html
FB-kasvotunnistus parane	http://money.cnn.com/2014/04/04/technology/innovation/facebook-facial-recognition/
Suomalaisryhmän AI luo realistisia kasvokuvia	https://www.nytimes.com/interactive/2018/01/02/technology/ai-generated-photos.html
FaceRig - ilmeiden tunnistus&animointi	http://www.indiegogo.com/projects/facerig
Lämpökamera osoittaa rakastumisen	http://www.reuters.com/video/2016/05/24/thermographic-camera-knows-if-youre-in-l
Pix2Pix AI tekee viivoista kasvomuotokuvan	https://www.theverge.com/tldr/2017/6/6/15749754/pix2pix-auto-fill-neural-network-images-portraits

2.2.15 Verbot/Chatbot – keskustelevat ja kirjalliset robotit (015) ****

Teknologiakorin kohdealue: Luonnollinen kieli on ihmisille tavallisin ja luonnollisin viestinnän tapa. Lomakkeiden ja valikoiden avulla voimme kyllä käyttää koneita tehokkaasti, jos niiden tehtävät ovat rajallisia ja määrämuotoisia. Koneille helpot käyttöliittymät muuttuvat ihmisille sitä vaikeammiksi, mitä monipuolisemmiksi ja joustavammiksi koneet muuttuvat.

Tietokoneisiin ja robotteihin kehitetty kyky, keskustella ihmisten kanssa luonnollisella kielellä, kuuluu tähän koriin, käytiin keskustelu sitten kirjallisesti tai suullisesti. Puhdas puheentunnistus tai synteesi käsitellään toisaalla, korissa 11.

Kehityksen yleiskuvaus: Koneellista luonnollisen kielen ymmärrystä ja keskustelukykyä on tavoiteltu siitä alkaen, kun Alan Turing määritteli Turingin testiksi sittemmin nimetyn kokeen. Siinä onnistuminen edellytti sellaista koneen ja ihmisen välistä keskustelua, jossa ihminen ei tunnistaisi toisen osapuolen olevan kone. Tavoitteeseen on pyritty monin tavoin, esimerkiksi ohjelmoimalla kielioppi ja käsiterakenteet tietokoneeseen. Ongelmaksi on muodostunut se, että sanojen merkitys riippuu asiayhteydestä ja jopa puhujan tunteista.

Keskustelevien tietojärjestelmien kehitys on nopeutunut merkittävästi, kun lähestymistapa muuttui sääntöpohjaisesta oppivaksi ja hermoverkkoihin pohjautuvaksi. Kielen mallintamisen sijaan koneelle esitetään massiivinen määrä keskusteluja oppimateriaaliksi. Keskustelevien koneiden kehitystyö etenee useilta osin yhtä jalkaa kielenkääntämisen kanssa. Tavoitteissa on kuitenkin eroja. Keskustelija voi aina kysyä lisäselitystä, jos ei jotakin asiaa ymmärrä tai jopa vaihtaa aihetta ihmisten tapaan. Kummassakin tilanteessa kone voi pyytää ihmisen apuun, jos jokin haaste on ylivoimainen.

Suuret palveluyritykset ovat ryhtyneet käyttämään tekstimuodossa keskustelevia chatbotteja verkkosivustojensa asiakaspalvelijoina ja luonnollista puhetta käyttäviä verbotteja kokeillaan puhelinpalveluissa. Chatbot voi esittää kysymyksiä asiakastytytyvyydestä tai siitä, mitä asiakas etsii. Tekoälyn opettaminen hyväksi asiakaspalvelijaksi, vaikka se jo kykenisi keskustelemaan säätilasta sujuvasti, edellyttää laajan aineiston ihmisten käymiä vastaavan kaltaisia ja saman sisältöisiä keskusteluita.

Tietokoneyhtiöt ovat tuoneet markkinoille yleiskäyttöisiä keskustelevia laitteita ja ohjelmistoja kotitalouksien tarpeisiin. Näistä puhutaan tavallisesti älykkäinä agentteina. Niiden kanssa voi keskustella arjen asioista tai vaikkapa pyytää niitä etsimään tietoja ja viihdettä. Agenttien avulla suoritetaan ostoksia verkkokaupasta, varataan lippuja konserttiin tai huolehditaan kodin IoT-laitteista. Puhekäyttöliittymä vapauttaa kädet muihin tehtäviin.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Verbot- ja chatbot -kehitystä edistää yleinen tekoälykehitys. Lisäksi suurten tietotekniikkayhtiöiden keskinäinen kilpailu on voimakasta. Kysyntää syntyy kohtuullisesti palveluyritysten pyrkiessä kustannustehokkuuteen ja nopeampaan palveluun, mutta myös kotitalouksien ottaessa teknologiaa käyttöön arjen helpottamiseksi ja viihdekäyttöön.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 15																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	5	0	3	0	0	3	5	10	10	5	3	0	5	5	10	5	3	3	3	****415

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kategoria on uusi ja nopeasti kasvanut edellisen raportin jälkeen. Microsoft, Google, Amazon ja Apple ovat julkaisseet älykkäät agenttinsa, jotka toimivat joko käyttäjän tietokoneessa, kännykässä tai pöydällä pidettävän kaiuttimen näköisen laitteen avulla.

Verbottien ja chatbottien käyttö palveluissa on laajentunut nopeasti. Esimerkiksi pankit Ruotsissa käyttävät chatbotteja ja Conversican verbottia käyttää puhelinpalveluissaan jo tuhat eri yritystä. Verbot-ominaisuuksia on lisätty myös robotteihin, jotka saattavat puheen lisäksi tunnistaa ihmisen emootioita ja reagoida puheen sijaan tunteisiin. Uutisten ja muiden lyhyiden artikkelien tuottajina tietokoneet ovat jo yleisiä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (015)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Henkilökohtainen robotti-assistentti	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/home-robots/robotbase-personal-robot
1.000 yritystä käyttää verbot Conversicaa palveluissaan	http://www.cnn.com/2017/07/14/these-ai-bots-are-so-believable-they-get-more-dates-than-you.html
Verbot tunnistaa ihmisen emootiot 95% (Emotibot)	https://techcrunch.com/2016/12/02/emotibot-wants-to-help-chatbots-know-how-you-really-feel/
Ruotsin pankeissa robotisoituja chatbotteja	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-30/your-banker-is-always-in-sweden-rolls-out-the-robots

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (015)	
Keskustelubotit, nykytilan ja tulevaisuuden arviointia	http://www.bbc.com/future/story/20140609-how-online-bots-are-tricking-you
Google-home Verbot ennakkokul-kistettu	http://www.nytimes.com/2016/05/19/technology/google-home-a-voice-activated-device-that-already-knows-you.html?_r=0
Digitaalinen puhetta ymmärtävä apulainen	http://time.com/4209859/amazon-echo-new-features-2016/
Robotti kirjoittaa LA Timesin uutisia	http://www.bbc.com/news/technology-26614051
Talousuutisrobotti AP	http://www.theverge.com/2015/1/29/7939067/ap-journalism-automation-robots-financial-reporting
Viv - hlökohtainen assistentti	https://www.theguardian.com/technology/2016/jan/31/viv-artificial-intelligence-wants-to-run-your-life-siri-personal-assistants
Masennus lievenee virtuaalihakmon avulla	http://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/masennus_lievenee_virtuaalihakmon_avulla
Androidi lukee uutisia	https://www.youtube.com/watch?v=Wyl72Re5110
MS Verbot kokeilu Kiinassa	http://uk.businessinsider.com/microsoft-xiaoice-turing-test-in-china-2016-2
Asus: Zenbo-kotirobotti \$599 - verbot	https://www.youtube.com/watch?v=C_wO4vmG86w

2.2.16 Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus (016) ****

Teknologiakorin kohdealue: Terve ihminen tajuaa ympäristö aisteillaan ja luo siitä automaattisesti mentaalimallin. Tutuissa tiloissa ihminen kykenee kulkemaan muistinvaraisesti pimeässäkin. Koneen on luotava vastaava malli ympäristöstä liikkuaakseen oman hahmotuksensa ja tilannearvionsa mukaan. Kauko-ohjaus vaatii myös näkymän kohdeympäristöstä. Malleja voidaan tuottaa tallenteiksi karttojen tavoin, mutta ympäristössä on paljon tilapäisiä ja liikkuvia elementtejä, jonka vuoksi tallenne yksinään on riittämätön ratkaisu ja ainakin aiotun kulkureitin tilanne on hahmotettava reaaliaikaisesti.

Reaaliaikaisen mallinnuksen tarve on kasvanut nopeasti robottiliikenteen ja muiden dynaamisessa ympäristössä liikkuvien koneiden vuoksi. Myös VR- ja AR-tekniologiat sekä robottien etäohjaus synnyttävät uusia tarpeita. Tähän koriin kuuluu varsinainen 3D-mallin luonti ja hahmotus saatavilla olevasta havaintoaineistosta. Aineistoa keräävät laitteet on käsitelty toisaalla.

Kehityksen yleiskuvaus: Suurin haaste ympäristön 3D-mallintamisessa liittyy havaintojen pistemäisyyteen. Kun ympäristöä esimerkiksi mitataan laserin avulla tai eri suunnista otettujen kamerakuvien avulla, koostuu kuva aina yksittäisistä pisteistä. Sateen tai pölyn vuoksi kuvan monet pisteet saattavat olla hyvinkin hajanaisilla etäisyyksillä, vaikka laitteet itsessään olisivat täydellisen tarkkoja ja virheettömiä.

Mikäli mittaus tehdään harvalla resoluutiolla, jäävät pienet asiat helposti huomiotta. Jos se tehdään harvoin, voi osa liikkuvista objekteista jäädä havaitsematta. Kun mittaus tehdään

liikkuvasta ajoneuvosta, kasvaa haaste pintojen kolmiulotteisuuden aiheuttaman dynamiikan vuoksi.

Reaaliaikaisen 3D-mallin tekemiseen ei liity teoreettisia ongelmia. Haasteena on riittävän tarkan mittauksen ja laskennan nopeus ja mallin luotettavuus. Robottiliikenteen turvallisuusnäkökohtien vuoksi reaaliaikainen 3D-malli synnytetään vaativissa tilanteissa useisiin riippumattomiin tietolähteisiin perustuen. Näiden on oltava keskenään ristiriidattomia.

Malleista tunnistetaan olennaiset objektit, kuten ihmiset, eläimet ja ajoneuvot sekä ajorata. Mallinnusta vaikeuttaa, jos ympäristö on monimutkainen. Vaikeusaste on suuri esimerkiksi luonnonmetsässä ja edellä mainitut näkyvyyteen vaikuttavat keliolosuhteet kasvattavat myös laskentatarvetta. Sisätilojen mallintaminen on yksinkertaista ulkotiloihin verrattuna.

AR-lasit luovat reaaliaikaisesti mallin tilasta, jossa lasien käyttäjä liikkuu. Näin virtuaaliset objektit saadaan sijoitetuksi tilaan luonnollisella tavalla. Kauko-ohjauksessa malli ei ole välttämätön. Ohjattava laite saattaa tuottaa valmiin näkymän 360 asteen kuvana ohjaajan VR-laseihin. Ohjaaja tunnistaa objektit kuvasta ja kuvakulma liikkuu ohjattavan laitteen mukana.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Robottiliikenteen kehitys on tärkein nykyisistä motiiveista ympäristön reaaliaikaiselle 3D -hahmotukselle. Lukuisat tietotekniikkayritykset kilpailevat autoteollisuuden suosioista ja robottiliikenteen odotetuista liikevaihdoista. Autoteollisuuden kilpailutilanne on ilmeinen ja panokset suuria. Akateemisen tutkimuksen osuus on edelleen olennainen yksityiskohtien ja radikaalien teknologioiden kokeilijana.

Laajennettu todellisuus ja sisätilamallinnus etenevät elektroniikkateollisuuden ehdoilla. 3D-mallien kehitystä rahoittaa myös viihdeteollisuus, mutta vain harvoissa tapauksissa on tarpeen, että ne mallit syntyisivät reaaliajassa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 16																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	20	20	10	5	0	0	5	0	1	5	0	0	3	5	0	5	5	0	3	3	****540

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisessä raportissa vastaava kori oli 2.32 Ympäristön reaaliaikainen 3D-mallinnus ja se sijoittui ensimmäiseen ryhmään. Sen kirjoitus-hetkellä Googlen auto jo tuotti reaaliaikaista kuvaa ympäristöstään. Microsoftin Kinect -pelilaajennus tuotti reaaliajassa mallin sisätiloissa Fusion-kokeiluhankkeessa. Mallinnuksen laatu on edellisen raportin jälkeen parantunut olennaisesti. Toimintaa sadeolosuhteissa ja muissa ongelmatilanteissa on kehitetty.

NVidia on tuonut markkinoille prosessorin, joka kykenee tuottamaan mallin ja tunnistamaan siinä olevat objektit täysin autonomisen ajon vaatimalla tarkkuudella. 360 asteen kuvaa kyetään tuottamaan reaaliajassa, ääniympäristöstä kyetään tuottamaan 3D-malli ja älypuheliin sekä laajennetun todellisuuden laseihin on lisätty ominaisuuksia ympäristön reaaliaikaisen 3D-mallinnuksen tarpeisiin. Robotti-imureihin ja nelikoptereihin on lisätty ominaisuuksia ympäristön mallintamiseksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (016)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Light House - kodin tapahtumat näkevä/muistava Verbot	https://www.light.house/
Nokia OZO VR-kamera \$60K	http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2495939,00.asp
Nvidia:kohteiden reaaliaikainen skannaus & tunnistus	https://makezine.com/2017/03/08/nvidias-new-tx2-board-dual-4k-camera-object-detection-real-time/
Akustinen kamera, äänen 3D-mallinnus	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2016-05-12-002/
Urheilusuoritusten 3D-skannaus ja AI-arviointi	https://www.theguardian.com/sport/blog/2017/nov/04/ai-judges-gymnastics-olympics
Äänikamera mekaniikan kehitykseen (SeeSV)	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/at-work/test-and-measurement/zero-in-on-buzz-squeak-and-rattle
Google Tango (3D-mallinnus) nelikopterissa	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/aerial-robots/autonomous-quadrotor-flight-based-on-google-project-tango
Reaaliaikainen 0,1mm tarkka, mobiili 3D-skanneri	https://www.artec3d.com/news/artec-leo-released
Ympäristön 360-kuvaus halvalla laitteella	https://theta360.com/en/
Maapallokuva päivittäin	http://www.avaruus.fi/uutiset/maa-ja-lahiavaruus/maapallosta-julkaistaan-nyt-aidonvarinen-kokonaiskuva-paivittain.html
Koko Tanska Minecraftissa	http://www.uusisuomi.fi/tiede-ja-ymparisto/68522-tanskan-valtion-huieka-temppu-koko-maa-minecrafttiin-11-koossa

2.2.17 Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen (017) **

Teknologiakorin kohdealue: Meidän maailmamme on kolmiulotteinen. Kaksiulotteiset kuvat rajoittavat meidät kuvaajan valitsemaan näkökulmaan. Ihminen kuitenkin käsittää näkemänsä maailman automaattisesti kolmiulotteisena. Tämän avulla meille tutut kappaleet hahmottuvat kuvista. Koneille kolmiulotteisten kappaleiden tunnistaminen kaksiulotteisia kuvia vertaamalla on haaste. Kone tarvitsee luotettavaan tunnistukseen kappaleen 3D-mallin tai kuvia kaikista mahdollisista kuvakulmista. Täysin vieraan muotoisista kappaleista mekin tarvitsemme 3D-mallin ymmärtääksemme muodon kaikista suunnista. Välttämättömiä 3D-mallit ovat, kun tavaroista halutaan tuottaa kopioita esimerkiksi 3D-tulostimilla tai käyttää niitä virtuaalitodellisuuden rakenneosina.

Kehityksen yleiskuvaus: Kappaleiden ja tilojen 3D-kuvantaminen on kehittynyt nopeasti. Kuluttajatasen laitteilla tehdään helposti tunnistettavia 3D-malleja. Nelikoptereiden ja muiden autonomisesti liikkuvien laitteiden yleistyminen on helpottanut laajojen tilojen mallinnusta.

Tarkkojen 3D-skannereiden hinta laskee jatkuvasti. Laserkeilauksen rinnalle on kehitetty muita menetelmiä. ToF-3D-kuvaus perustuu lasermittauksen tavoin heijastuksen aikaviiveeseen. DIAL-lasereiden avulla ympäristön pintamateriaalit saadaan malleihin.

Digitaalipeilit yleistyvät kauppaliikkeissä hitaasti ja niiden ominaisuudet ovat toistaiseksi rajalliset. Peilistä voi esimerkiksi katsoa viivästettyä kuvaa, jolloin näkee itsensä selkäpuolelta. Peilikuvaan voi lisätä asusteita, kuten laukkuja, joita kauppaliikkeessä fyysisesti ei ole. Joissakin peileissä asusteiden värejä on mahdollista vaihtaa. Tavoitteena on digitaalipeili, joka mallintaa edessään seisovan ihmisen ja näyttää hänet kulloinkin valituissa uusissa vaatteissa.

Resursointi ja kehittymotiivi: Alue etenee markkinavetoisesti. Kasvuodotukset ovat kohtuulliset ja muista syistä kehittyvä perusteknologia avaa uusia mahdollisuuksia tämän korin sovellusten kehittämiseen. Myös tarve 3D-mallinnukseen lisääntyy jatkuvasti. Akateeminen tutkimus on vähäistä Joukkoistus tuottaa jatkuvasti kasvavaa tietokantaa kappaleiden 3D-malleista.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 17																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	1	5	5	0	0	0	3	3	0	3	3	0	1	3	0	3	1	1	0	0	**160

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta oli 2.31 Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen, joka sijoittui toiseksi korkeimpaan ryhmään. Monet edulliset laitteet 3D-kuvantamiseen olivat kehitteillä tai prototyypeinä.

HP:n Sprout on tuore esimerkki työasematietokoneesta, jossa 3D-skanneri on vakio-osana. Myös Sonyn uudessa XPeria -älypuhelimessa on 3D-skanneri, kuten Googlen Tango-puhelmissakin oli. Muidenkin puhelinten videokuvan avulla voi tuottaa 3D-malleja erillisten sovellusten avulla.

Ammattitasolla Laser-keilainten hinta on laskenut olennaisesti. Edullisten 3D-skannereiden tarjonta on laajentunut ja laatu parantunut. Markkinaennusteiden mukaan 3D-skannereiden myynti kasvaa seuraavien vuosien aikana noin 6% vuosivauhdilla 5 miljardiin dollariin vuonna 2022. Skannereiden kappalemääräinen kasvu on huomattavasti nopeampaa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (017)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Edullinen 3D-skannaus/VR-malli tilasta, Matterport	https://www.facebook.com/techcrunch/videos/10153485781482952/?fref=nf
3D-skannaus syvyys tarkaksi polarisaatiolla	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/12/151201141244.htm
(ToF) 3D-kamerakenno - tarkkuus 1% 4m syvyydessä	http://image-sensors-world.blogspot.fi/2015/12/pmd-and-infinon-present-improved-tof.html
Sonyn uudessa puhelimessa 3D-skanneri vakiovarusteena	https://www.sonymobile.com/global-en/products/phones/xperia-xz1/3d-creator/
MS videodemo: 3D-skannaus kännykällä	https://www.facebook.com/techinsider/videos/604331676431859/
3D-skannerimarkkina \$5MRD v. 2022	https://globenewswire.com/news-release/2017/11/06/1175022/0/en/3D-Scanning-Market-Size-Trends-to-Reach-USD-5-06-Billion-by-2022-Zion-Market-Research.html

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (017)	
3D-malli Kinect Fusionilla	http://spectrum.ieee.org/video/consumer-electronics/audiovideo/kinect-fusion-lets-you-build-3d-models-of-anything
HP Sprout - työasemassa 3D-skanneri vakiovarusteena	http://www.ubergizmo.com/2017/01/hp-sprout-pro-g2-pc-with-3d-scanner/

2.2.18 Tekoälyn asiantuntijasovellusten opetusaineistot (018) **

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen osaaminen on työläästi hankittavissa. Erikoistuminen on sekin ongelmallista, koska osaaminen hajautuu useille ihmisille ja kokonaiskäsitys heikkenee. Tekoäly tarjoaa mahdollisuuden ihmisen vaikeasti hankittavan erityisosaamisen monistamiseen.

Asiantuntijaosaaminen vaatii laajaa tietoa tai kokemuspohjaa. Tarvittavan aineiston saaminen tekoälyn opetukseen ja merkittävien osaamisalueiden tunnistus tekoälyn asiantuntijasovelluksille on tämän korin keskeinen sisältö. Sosiaalisen median ja joukkoistuksen rooli on sekä aineiston että palautteen saannissa kehityksen avainasioita.

Kehityksen yleiskuvaus: Syväoppiminen on melko uusi käsite. Siinä tekoälylle opetetaan käsitteitä ja käsitteitä sekä asioiden välisiä suhteita kerroksittain. Oppimista ohjataan luokittelemalla tietoja ja valitsemalla kulloinkin opittava käsitetaso. Puhutaan myös vahvistusoppimisesta tai palauteoppimisesta, jossa tekoäly vahvistaa hermoston tavoin niitä rakenteita, jotka ovat osallistuneet onnistuneiden suoritteiden virittämiseen.

Tekoälyä otetaan nyt käyttöön monella eri asiantuntemusalueella. Psykoosi tunnistetaan puheesta, syöpä tunnistetaan optisesti ja aivohalvaus on ennakoitu kehosta mitatuista signaaleista. Älypuhelin tunnistaa Parkinsonin ensioireet, sanoja kyetään lukemaan ajatuksista ja robottikokki matkii videolla näkemiään kokkausohjelmia. Sovelluskehitys on nyt hyvin nopeassa vaiheessa verrattain tuoreiden läpimurtojen vauhdittamana.

Sosiaalisen median ja laajalevikkisten sovellusten avulla on mahdollista saada tekoälyn käyttöön tarvittava suuri joukko havaintoja ja palautetta. Sosiaalisen median alustojen nykyiset omistajat ovat avainasemassa, mutta on edelleen mahdollista kehittää suosituksi tulevia sovelluksia, joille käyttäjät antavat tietoaan tekoälyn opettamiseksi.

Sosiaalisen median käyttäjät luokittelevat oma-aloitteisesti antamia kuvia tai mittaustuloksia sekä arvioivat sovelluksen tai tuttuensa julkaisemia viestejä. Näiden tietojen perusteella tekoälyn on mahdollista asioita yhdistelemällä tehdä johtopäätöksiä käyttäjästä ja hänen esittämistä asioista tai kysymyksistä. Tekoäly voi esimerkiksi ryhtyä yhdeksi keskustelijaksi viestiketjussa. Tekoäly oppii toimimaan tavalla, jossa palaute on yhä myönteisempää.

Käyttäjien älypuhelimet kehittyvät jatkuvasti. Niissä olevien sensoreiden sekä robotisoituvien ajoneuvojen ja muiden laitteiden avulla kerätty tieto lisääntyy nopeasti. Laajennetun todellisuuden lasien ja ajoneuvojen kamerakuvien avulla maailmasta voisi muodostaa lähes reaaliaikaisen mallin. Tämän massiivisempaa opetus- ja tilannetietoa ei tekoäly voi saada demokraattisessa yhteiskunnassa. Näiden informaatiovirtojen hallinta on monien tavoite.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Akateeminen tutkimus on tärkeässä roolissa uusilla sovel-lusalueilla. Teknologia on jo niin kypsää, että yritysten lyhyen tähtäimen motiivitkin riittä-vät monien asiantuntijasovellusten kokeiluihin. Kehitysmotiivi on suuri merkittävillä glo-baaleilla alustapalveluiden, verkkokauppojen ja sosiaalisen median palveluiden tarjoajilla sekä riskisijoittajien rahoittamilla startup-yrityksillä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 18																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	0	5	0	3	3	3	0	10	5	3	0	5	0	5	3	0	0	5	**150

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähin vastaava kohta on 2.19 Avoin data ja Big data, joka nousi korkeimpaan ryhmään ennen kaikkea siksi, koska siihen kategoriaan laskettiin useimmat tekoälysovellukset.

Raportin kirjoitusvaiheessa konenäön sovellukset ovat olleet kehittymättömiä, tekoälyn it-seoppivuus ei ole ollut käsitteellisesti monitasoista ja sovellukset ovat olleet luonteeltaan asiantuntijoiden luomien mallien optimointiin perustuvia tai laajasta havaintoaineistosta poikkeavia toimintatapoja ja melko yksinkertaisia korrelaatioita havaitsevia.

Syväoppimisen tekniikka, tekoälyjen mahdollisuus opettaa toisiaan ja konenäön läpimurrot ovat avanneet tietä monille eri asiantuntija-aloille. Tekoäly voittaa ihmisen hyvin peleissä. Suurin osa pörssisijoituksista on nyt tekoälyn tekemiä. Lääketieteen diagnostiikassa teko-äly on useilla alueilla ihmistä parempi. Teollisuuden kunnossapidon diagnostiikassa ympä-ristöön- perehtynyt tekoäly ennako- i huoltotarpeita ihmistä paremmin. Tekoäly myös päi- hittää taistelussa parhaat sotilaslentäjät. Edullisuutensa ja nopeutensa vuoksi tekoäly voi esimerkiksi luokitella kuvia aiheiden mukaan, hoitaa yksinkertaisia asianajotehtäviä ja ajaa autoa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (018)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Kiinan AI-edellytykset hyvät datan helpon saatavuuden vuoksi	https://www.economist.com/news/business/21725018-its-deep-pool-data-may-let-it-lead-artificial-intelligence-china-may-match-or-beat-america
Amazon Go, AI-kauppa ilman kas-soja	http://venturebeat.com/2016/12/05/amazon-launches-ama-zon-go-a-brick-and-mortar-grocery-store-that-does-away-with-checkouts/
Googlen AI kehittää oman salaus-tekniikan	http://arstechnica.co.uk/information-techno-logy/2016/10/google-ai-neural-network-cryptography/
AI elektronisessa sodankäynnissä	https://www.nextbigfuture.com/2016/09/darpa-applying-arti-ficial-intelligence.html
AI voittaa mestarilentäjän ilmatais-telussa	http://www.popsci.com/ai-pilot-beats-air-combat-expert-in-dogfight
AlphaGo voittaa Go-mestarin	http://www.wired.com/2016/03/googles-ai-wins-pivotal-game-two-match-go-grandmaster/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (018)	
DR Watson yleiskuvaus	http://www.businessinsider.com/ibms-watson-may-soon-be-the-best-doctor-in-the-world-2014-4?IR=T
EKG-rytmihäiriöiden AT-analyysi	https://arxiv.org/abs/1707.01836
AI etsii syöpävihjeitä potilaskertomuksesta	https://www.newscientist.com/article/2078159-ai-reads-doctors-notes-to-find-hidden-links-in-cancer-cases/
DR Watson radiologina	http://www.mediuutiset.fi/uutisarkisto/peittoaako-konenakoradiologin-silmat-watson-analysoi-suomalaista-terveysdataa-jyvaskylassa-6638789
AI oppii kokkaamaan videoilta	http://www.hs.fi/tiede/a1305914088246?jako=df300339f3cd69f898d367d247fe73ac&ref=fb-share
Diagnoosirobotti röntgenkuville yms.	http://singularityhub.com/2016/01/18/digital-diagnosis-intelligent-machines-do-a-better-job-than-humans/
Maanjäristyksestä varoittava sovellus	http://advances.sciencemag.org/content/2/2/e1501055.full
Tietokone tunnistaa psykoosin puheesta	http://medicalxpress.com/news/2015-08-psychosis-automated-speech-analysis.html
CMU:n AI voittaa Texas Hold'em-mestarit	https://www.wired.com/2017/01/mystery-ai-just-crushed-best-human-players-poker/
Kuvan tekstiksi, demopalvelu verkossa	http://deeplearning.cs.toronto.edu/i2t
Robottiasianajaja voittanut 64% ja säästänyt miljoonia	http://www.refinery29.com/2016/06/115416/donotpay-bot-traffic-ticket-robot-lawyer
Diagnosoiva peili (Wize mirror)	http://www.smithsonianmag.com/innovation/look-into-this-smart-mirror-and-you-get-a-one-minute-medical-checkup-180956367/-RzcrJM3cvh2IZBMQ.99
Nopea 95% tunnistus syöpäsoluja veressä, mikroskooppi & AI	http://newsroom.ucla.edu/releases/microscope-uses-artificial-intelligence-to-find-cancer-cells-more-efficiently
Liikkumisen globaali seuranta	http://activityinequality.stanford.edu/
300milj näytettä 1milj sijaan -> AI oppi paljon lisää	https://www.wired.com/story/ai-and-enormous-data-could-make-tech-giants-harder-to-topple/
Adimec: Optinen syöväntunnistus,	http://info.adimec.com/blogposts/interview-with-fabrice-harms-at-lltech-about-high-full-well-capacity-camera-for-non-invasive-cancer-assessment-focot-systems
Parametrisoitu suunnittelu esim. rakennusteollisuudessa	https://www.youtube.com/watch?v=mghL4Wsi7vg
AI ohjaa Project Loon-palloja virtauksissa	https://www.wired.com/2017/02/machine-learning-drifting-real-world-internet-balloons/
AI kaihin etsintään	http://www.smithsonianmag.com/science-nature/eagle-eyed-ai-doctor-could-nip-cataracts-bud-180961993/
AI ratkoo kvanttimekaanisia tiloja	https://www.newscientist.com/article/2120856-ai-learns-to-solve-quantum-state-of-many-particles-at-once/
Aivohalvauksen ennakkointi AI:lla	http://www.cnet.com/news/samsung-prototypes-brainwave-reading-wearable-stroke-detector/
Googlen AI kehittää oman (väli)kieleen	https://www.facebook.com/techinasia/videos/1273081122730298/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (018)	
Biokuvainformatiikka BiolmageXD	https://www.doria.fi/handle/10024/97260
Älypuhelin tunnistaa Parkinsonin	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25819808
Sequedex luokittelee sekvensoidun DNA:n nopeasti	http://www.computerworld.com/article/2854003/software-can-now-identify-dna-from-viruses-and-speed-up-diagnoses.html
Nvidian 960TFlops AI-järjestelmä terveydenhuoltoon	https://www.anandtech.com/show/11824/nvidia-ships-first-volta-dgx-systems
Itsemurhariski näkyy aivokuviissa 91% todennäköisyydellä	https://www.nature.com/articles/s41562-017-0234-y
Muskin AI-startup voittaa mestarin	http://profit.ndtv.com/news/tech-media-telecom/article-elon-musk-s-ai-startup-wins-against-world-s-best-dota-players-amazing-tweets-vishal-sikka-1737043
PV-kannattavuus satelliittikuvasta	http://www.iflscience.com/technology/should-you-get-solar-panels-ask-google

2.3 Havaintojenkäsittelyn digitalisaatio

Ympäristömme tapahtumia digitalisoidaan yhä laajemmin ja tarkemmin laittein. Tallennetun informaation määrä kaksinkertaistuu kahden vuoden välein ja noin satakertaistuu vuodesta 2017 seuraavan vuosikymmenen loppuun mennessä. Tämän kehityksen mahdollistaa tietokoneiden muistivälineiden sekä prosessointitehon jatkuva kehitys.

Suurimpana tämän kehityksen vaikutuksena voidaan pitää tiedon saatavuuden parantumista. Kun kaikki saatavilla oleva tieto tallennetaan digitaaliseen muotoon, on se helposti jaettavissa. Prosessointitehon ja esitystekniikan kehittyessä nopeasti, digitaalinen tieto on lähitulevaisuudessa myös entistä helpommin löydettävissä, tunnistettavissa ja koneellisesti muokattavissa.

Kehityksen seurauksena päätöksenteko on yhä harvemmin sidoksissa mihinkään erityiseen paikkaan. Verkkokauppa helpottuu, turismi voi muuttua virtuaaliseksi, oppiminen ja tutkiminen tapahtuvat yhä useammin tietoverkoissa, fyysisestä paikasta riippumatta. Informaation kokoaminen ja yhdistely kasvavat ansaintamallina yhä tavallisemmaksi. Siihen liittyy voimakas suuruuden ekonomia, joukkoistus ja talkoohenki. Tehokas palvelu saa helposti kansalaiset luovuttamaan omat tietonsa ja toimija vahvistaa markkina-asemansa niitä tietoja jalostamalla.

Havaintojenkäsittelyn digitalisaatio	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
19	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus
20	VR-lasit ja lisätty todellisuus
21	Liikkeisiin perustuvat ja haptiset ohjaimet
22	Nopeat ja tiheät muistimateriaalit

Havaintojenkäsittelyn digitalisaatio	
23	Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit
24	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio
25	Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit
26	Laskentatehon radikaali kasvu

2.3.19 Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus (019) ****

Teknologiakorin kohdealue: Meidän aistimme, muistimme ja tietomme ovat rajallisia. Monet asiat ympäristöstä selviävät meille helposti vain mittalaitteiden avulla tai muiden laatimista tietolähteistä. Tietojen lisäksi saatamme kaivata ympäristöömme keinotekoisia virikkeitä.

Älylasit ja AR-lasit lisäävät näkökenttäämme elementtejä, jotka auttavat tai viihdyttävät meitä. Kyse voi esimerkiksi olla opasteista, jotka ohjaavat meidät haluttuun suuntaa tai virtuaalisesta lemmikistä. Älylaseista puhutaan, kun tieto lisätään näkökentän päälle ja AR-laseista silloin, kun virtuaaliset objektit sulautuvat luonnolliseksi osaksi todellisuutta.

AR-lasit muistuttavat superiaisteja. Lämpökuvaa esimerkiksi näytetään värjäämällä meidän luonnollinen näkökenttämme lämpökuvan mukaisesti tai tietokonetomografikuva esitetään tähystysleikkausta suorittavalle kirurgille ikään kuin kirurgilla olisi röntgenkatse. Laajennettu todellisuus ei rajoitu vain näköaistiin. Tuntoaisti on käsitelty haptisten ohjainten yhteydessä toisaalla.

Kehityksen yleiskuvaus: Yksinkertaisimmillaan laajennettu todellisuus ilmenee Sky Map -nimisessä sovelluksessa. Kun tähtitaivasta katsoo siten, että älypuhelin peittää osan näkökentästä, näkyy puhelimen näytöllä peittynyt osa taivaasta tähtineen ja tähtien vieressä niiden nimet. Pokemon on vastaava sovellus, joka on popularisoinut laajennetun todellisuuden ideaa.

Älypuhelimien läpi näkyvän laajennetun todellisuuden lisäksi markkinoilla on runsaasti älylaseja ja AR-laseja. Älylasit auttavat erityisesti silloin, kun käsiä tarvitaan muihin tehtäviin. Esimerkiksi varastosovelluksissa älylaseja käytetään. Googlen ja muiden valmistajien älylasit eivät kuitenkaan ole saavuttaneet laajempaa suosiota huolimatta moninaisista ominaisuuksistaan.

AR-lasit ovat teknisesti älylaseja hienostuneempia. Jotta ne kykenevät sijoittamaan animoituja 3D-objekteja luonnollisella tavalla käyttäjänsä ympäristöön, niiden on ensin tuotettava ympäristöstä 3D-malli. Myyntiin tulleita AR-laseja ovat mm. Hololens, Meta2, ODG-R9 ja Daqri. Teknologia on toistaiseksi rajoittunutta sekä näkökentän että syväterävyyden osalta. Ympäristön mallinnus onnistuu toistaiseksi hyvin vain suotuisissa olosuhteissa, kun ympäristö ei ole liian monitahoinen. AR-lasien kehitys jatkunee nopeana ja markkinoiden ennakoitua kasvavan älypuhelinmarkkinan kokoluokkaan 2020-luvulla.

Kolmiulotteisia hologrammeja kyetään lasersäteiden avulla heijastamaan ilmaan. Tällöin katsoja ei tarvitse silmälaseja tai muita päätelaitteita. Sovellukset ovat päällekkäiset laajennetun todellisuuden lasien kanssa, mutta teknologia on varhaisessa kehitysvaiheessa. Tutkimuksellisiin kokeiluihin kuuluvat myös piilolinssit, jotka lisäävät näkökenttään informaatiota tai muokkaavat sitä esimerkiksi kaukoputkimaisesti tai pimeänäköön sopivaksi.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitys on pääosin siirtynyt yritysvetoiseksi, mutta akateemisella tutkimuksella on edelleen selkeä vaikutuksensa erityisesti optiikkaan liittyvissä haasteissa. Esimerkkinä tuotekehityksen resursoinnista kannattaa mainita alalla kehitystyötä tekevä Magic Leap, joka on saanut sijoittajilta lähes kahden miljardin dollarin rahoituksen tuotekehitykseen ja tuotantoon ennen kuin ainoatakaan tuotetta on esitelty julkisuudessa. Laajennetun todellisuuden sovelluksia kehitetään erittäin monilla toimialoilla ja hyvin monien organisaatioiden toimesta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 19																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	5	5	10	0	0	10	3	5	0	5	0	3	3	5	10	5	3	3	0	****375

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaava kori edellisessä raportissa oli 2.22 Laajennetun todellisuuden välineet ja se sijoittui korkeimpaan ryhmään. Huippua tuolloin edusti Google Glass, josta ei tullut myyntimenestystä. Varsinaisia AR-laseja ei markkinoilla ollut.

Kehitys etenee nopeasti. AR-markkinan ennakkoidaan kasvavan muutamassa vuodessa yli sataan miljardiin dollariin. Useita melko kehittyneitä AR-laseja on tullut markkinoille älylasien rinnalle ja sovelluskehitys on aktivoitunut. Monia älypuhelimia on kehitetty laajennetun todellisuuden sovelluksiin. Edullisimmat älypuhelimien avulla toimivat AR-lasit saa sadalla dollarilla.

Hologrammeja on onnistuttu projisoimaan ilmaan, ja niistä on saatu kosketettavia. Projektoreiden avulla huonetilan pintoihin on saatu laajennetun todellisuuden vaikutelma. Digitaalipeileihin on lisätty laajennetun todellisuuden elementtejä. Peili esimerkiksi näyttää sisäelimet tai ihmisen toisissa vaatteissa. Laajennettu todellisuus visualisoi ympäristön ääniaaltoja. Pallopelejä voi pelata ilman todellista palloa ja värisokeutta on onnistuttu korjaamaan muokkaamalla silmiin meneviä aallonpituuksia.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (019)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Magic Leap julkaissut AR-lasinsa dev-version 2018 toimituksiin	https://www.rollingstone.com/glixel/features/lightwear-introducing-magic-leaps-mixed-reality-goggles-w514479
Holoportaatiota esittävä Holo-lens-video	https://www.youtube.com/watch?v=7d59O6cfaM0
VR ja AR \$150MRD 2020	http://www.fastcompany.com/3052209/tech-forecast/vr-and-augmented-reality-will-soon-be-worth-150-billion-here-are-the-major-pla

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (019)	
Grafeenista pimeänäkölasi	http://www.sciencealert.com/graphene-can-create-super-powerful-night-vision-lenses-that-are-just-one-atom-thick
\$99 Mira Prism - iPhone AR-laseiksi	https://www.theverge.com/2017/7/18/15948700/mira-prism-iphone-augmented-reality-headset-hands-on-announce
IoT & AR -markkina \$7.000MRD v. 2027	http://www.prnewswire.com/news-releases/augmented-reality-market-iot-ar-to-reach-7-trillion-by-2027-595626251.html
Kaukoputkipiilolinssi	https://www.facebook.com/RichardDawkinsFoundation/photos/a.496176595154.294030.8798180154/10151870994790155/?type=3&fref=nf
Meta 2 AR-lasit ja tulevan vinkkejä	https://www.youtube.com/watch?v=_cmPFsBOquk
VTT:n Älylasinäyttö - Dispelix	http://dispelix.com/
Virtuaalimaski laserilla reaalijasssa	http://www.businessinsider.com/projection-mapping-like-digital-makeup-2014-8
Relumino VR-app korvaa näkökyvyn puutteita	https://www.engadget.com/2017/08/20/samsung-relumino-vision-ar-app/
Ilmaan projisoitu hologrammi	http://www.bitrebels.com/technology/realview-mid-air-holography-station/
Prinsessa Leia -hologrammiprojektori kehitteillä	http://www.zdnet.com/article/3d-printing-with-light-scientists-create-3d-holograms/
Värisokeutta korjaavat lasit	http://enchroma.com/technology/
Hololens-arvio/esittely Youtubessa	https://youtu.be/ihKUoZxNCIA
Magic Leap hakee osaamista Suomesta	https://techcrunch.com/2016/10/28/magic-leap-goes-to-finland-in-pursuit-of-nordic-vr-and-ar-talent/
Videodemo ilmaan tuotetusta 3D-hologrammista, Holovect	https://www.facebook.com/mashablefutureshift/videos/10154557628434705/
Lämpökamera piilolinssiin	http://www.extremetech.com/extreme/178593-graphene-smart-contact-lenses-could-give-you-thermal-infrared-and-uv-vision
WLAN -signaalin visualisointi	http://www.theverge.com/2015/11/28/9811910/augmented-reality-app-lets-you-see-wireless-signals
Älylasit (2D) Kopin'ltä	http://venturebeat.com/2016/01/04/kopin-enables-augmented-reality-glasses-with-breakthroughs-in-display-speech-and-battery-tech/
VR projektoreilla ilman laseja (MS RoomAlive)	https://www.fastcodesign.com/3036628/microsoft-can-now-turn-any-space-into-the-holodeck?partner=rss
Ääniympäristöä modifioivat kuulokkeet (Here)	http://gizmodo.com/what-its-like-to-wear-bionic-earbuds-1756802862
Hololens-teknologiaa selitetty	https://www.youtube.com/watch?v=-606oZKLa_s
Ledejä piilolinssiin	http://www.cnet.com/news/bionic-eye-3d-printing-merges-contact-lens-and-qleds/
AR-avustettu pingpong	https://www.facebook.com/mymodernmet/?fref=nf
Keino(super)linssi silmään	http://www.collective-evolution.com/2015/06/19/the-8-minute-surgery-that-will-give-you-superhuman-vision-forever/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (019)	
Skenariovideo AR-todellisuudesta	https://vimeo.com/166807261
Hololamp - AR ilman lasia, pinta-projektiona	http://hololamp.tech/faq/

2.3.20 VR-lasit ja lisätty todellisuus (020) ****

Teknologiakorin kohdealue: Televisio on esimerkki halustamme kokea ympäristöjä ja olosuhteita, joissa itse emme ole. Elokuvateatterikaan ei kuitenkaan synnytä syvällistä läsnäolon tuntua. VR-lasit sen sijaan tarjoavat erehdyttävän vaikutelman toisessa paikassa olemisesta. Lasit peittävät koko näkökentän, emmekä näe omaa luonnollista ympäristöämme. Kun käänämme päämme, virtuaalinen ympäristömme näkyy, kuten päämme olisi kääntynyt luonnollisessa ympäristössä. VR-lasit sopivat elämyksien lisäksi kauko-ohjaukseen. Käyttäjä kokee olevansa osa ohjaamaansa laitetta.

VR-lasien kanssa liikutaan virtuaalimalleissa todellisuuden tavoin. Mikäli ihminen liikkuu samanaikaisesti myös fyysisesti omassa luonnollisessa ympäristössään, syntyy helposti vahinkoja. On hyödyllistä, että lasit voivat integroida luonnollisen ympäristön esteitä virtuaalimaailmaan. Käyttäjä voi näin välttää törmäykset fyysisen ympäristönsä kanssa.

MR-lasit (lisätyn todellisuuden lasit) sisältävät kameran tai useita kameroita ja voivat yhdistää fyysisen todellisuuden elementtejä katsojan näkemään virtuaalimaailmaan. MR-lasien avulla voidaan tuottaa AR-lasien kaltainen kokemus toki huomioiden, ettei kamera kuva toistaiseksi tekniseltä laadultaan vastaa luonnollisen ympäristön katselua suoraan AR-lasien läpi.

Kehityksen yleiskuvaus: VR-laseja on jo pitkään ollut prototyyppinä ja tutkimuslaitteina. Lasien markkinoille tuloa ovat jarruttaneet monet ongelmat. Heikko resoluutio näkökentän laajuiseksi levitettynä on merkinnyt mosaiikkimaista kuvaa. Latenssi eli viive pään asennon ja kuvakulman muutoksen välillä on aiheuttanut epämiellyttävän tunteen ja jopa fyysistä pahoinvointia. Virtuaalitodellisuuden tuottaminen on myös vaatinut tehokkaan tietokoneen. Kuluttajatuotteina VR-lasit ovat hyvin uusi ilmiö.

Näyttölaitteiden kehitys sekä prosessoritehon kasvu mobiililaitteissa on mahdollistanut virtuaalilasien kuluttajakäytön. Edullisimmat lasit ovat käytännössä pahvista taiteltu päähän asetettava ja linsseillä varustettu kännykkäteline. Kännykkä tuottaa kuvan kummallekin silmälle erikseen ja kännykkäsovellus tunnistaa kännykän asennosta ja liikkeestä pään asennon. Näin kuva kykenee seuraamaan pään liikkeitä.

Myös itsenäisiä VR-laseja sekä erilliseen tietokoneeseen kytkettyjä VR-laseja on markkinoilla. Laseihin on tarjolla runsaasti sovelluksia opetuksen, kauko-ohjauksen, pelien, matkailun ja muiden 3D-elämysten kokemiseen. Esimerkiksi New York Times on vuonna 2015 jakanut asiakkailleen miljoona VR-lasia, jotta asiakkaat voisivat kokea lehden heille toimitamia matkakertomuksia 3D-elämyksinä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: VR-lasien kehitys on lähes kokonaan markkinaehtoista ja perustuu koettuun asiakastarpeeseen sekä uskottuun nopeaan markkinakasvuun. Markkina on selkeästi kilpailtu. Sovellusmarkkina kehittyi nopeasti ja kauko-ohjaus etenee robotiikan kehityksessä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 20																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	3	3	5	0	0	0	5	3	5	3	10	1	3	3	5	10	1	3	10	5	****468

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kategoria on uusi ja lisätty edellisen raportin jälkeisen nopean kehityksen sekä robotisaation avaaman kauko-ohjaustarpeen vuoksi.

Kuluttajakäyttöön soveltuvien VR-lasien kehityksen voidaan laskea käynnistyneen 2012, kun Oculus haki Kickstarter-rahoitusta VR-laseille. Hanke sai yli 2 miljoonaa dollaria rahoitusta ja varsinainen kuluttajatuote julkaistiin 2016 Facebookin ensin ostettua Oculusin noin kahdella miljardilla dollarilla. Google julkaisi pahvista taiteltavat Cardboard-lasit älypuhelimien yhteydessä käytettäväksi ja niitä on toimitettu yli 10 miljoonaa kappaletta.

Googlen uusi VR-alusta Android-puhelimille on DayDream. Microsoft on yhdessä Intelin kanssa julkaissut oman Windows 10 -pohjaisen VR-kehitysalustansa Mixed Reality -nimellä ja sen mukaisia tuotteita ovat julkaisseet jo mm. HP, Acer, Asus, Lenovo, Dell ja Samsung. VR-lasien avulla kauko-ohjattaville nelikoptereille järjestetään kilpailuja, VR-lasien käyttöä kuntoutuksessa, terapiassa ja koulutuksessa kehitetään.

Pelinkehittäjät suuntaavat tuotteitaan VR-lasien käyttäjille. Asuntoesittelyitä, matkaesittelyitä ja elokuvakokemuksia on myös tarjolla VR-lasien käyttäjille. Esimerkiksi tuoreesta Tuntematon sotilas -elokuvasta juoksuhautakohtaus on koettavissa 3D-lasien avulla. 360 asteen videoita välitetään esimerkiksi Facebookissa. Latenssia parannetaan ja näkökenttää laajennetaan sekä resoluutiota parannetaan näkökentän fokusalueella.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (020)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Intel VR-tuotteisiin, Project Alloy	http://www.bbc.com/news/technology-37098764
Nelikopterilentoa VR-laseilla	http://www.youtube.com/CharpuFPV
VR-rauhoitusta kemoterapian aikana	https://www.facebook.com/ajplusenglish/videos/801983766609799/
VR edistää halvauspotilaan kuntoutusta	https://www.facebook.com/quartznews/videos/1247234775310222/
Nvidia, 1700Hz VR-näyttö, pahoinvointikeskustelu	http://www.digitaltrends.com/virtual-reality/nvidia-1700hz-vr-display/
Google Earth VR koettavissa netissä	https://www.youtube.com/watch?v=SCrkZOx5Q1M
Oculus dronen kauko-ohjauksessa	http://mashable.com/2014/04/28/oculus-rift-flying-drone/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (020)	
Virtuaalinen (CT) ruumiin-avaus	https://www.youtube.com/watch?v=9usf3kJL7mc
Samsung GearVR	http://www.pcworld.com/article/2986140/gadgets/samsungs-new-gearvr-virtual-reality-headset-only-costs-99.html
360 asteen video Facebook/BBC	https://www.facebook.com/bbcearth/videos/1135051163195105/?fref=nf
Oculus VR armeijakäytössä	http://www.itviikko.fi/uutiset/2014/05/06/panssarikuskitt-suunnistavat-oculus-riftilla--vaikka-pahaa-tekisi/20146372/7
VR+Robottiesimerkkejä	http://www.youtube.com/watch?v=13JGGbB2ctM

2.3.21 Liikkeisiin perustuvat ja haptiset ohjaimet (021) **

Teknologiakorin kohdealue: Tietotekniikan ja tietoliikenteen kehittymisen myötä me toimimme yhä abstraktimmassa ympäristössä. Ohjaamme sekä lähellä että etäällä olevia asioita tietoliikenneteitse. Kommentojen tai vipujen avulla ohjaus ei kuitenkaan ole luonnollista tai helppoa. Kädet ovat meille luonnollisin tapa muovata ja siirtää asioita ja säätää tai ohjata laitteita, mutta erityisen tärkeitä kädet ovat siksi, koska me tunnistamme asioita käsiemme avulla ja voimme suorittaa monia tehtäviä edes näkemättä, mitä teemme, kunhan sormiemme tunto hahmottaa käsiteltävät kohteet.

Kun käsien liikkeet tunnistetaan, voidaan erillisten ohjainten tai näppäinkomentojen sijaan ohjata etäällä olevaa konetta siten, että se liikkuu käsiemme liikkeiden mukaisesti. Tämä luonnollisesti vaatii, että ohjattava laite muistuttaa käsiämme tai muutoin tulkitsee käsien liikkeet mielekkäällä tavalla koneen liikkeiksi. Luonnolliseen vuorovaikutukseen kuuluu se, että ihminen tuntee, mihin koskee. Virtuaalisen kosketuksen tunne on synnyttävä keino-tekoisesti laitetta ohjaaviin käsiin.

Kehityksen yleiskuvaus: Monet yritykset kehittävät datahanskoja. Näiden tarkoituksena on tunnistaa käden ja sormien asento sekä käden sijainti. Nämä voidaan tehdä mekaanisesti tai sähköisesti. Voidaan myös tunnistaa käsien sijainti optisesti 3D-kamerakuvista kulmia laskien. Myös tutkan, kaikuluotaimen tai lidarin heijastuksista voidaan päätellä käsien sijainti.

Ihmisen käsitellessä fyysistä objektia, se tuntuu painona lihaksissa ja paineena iholla. Datahanskat voivat tuottaa paineen ja vastuksen tuntemuksen mekaanisesti tai sähköisesti. Tuntemus voidaan myös saada aikaan ilmapirran avulla tai laserpulsseina. Näitä kaikkia menetelmiä on kokeiltu. Haptiset teknologiat ovat kehittyneet hitaasti eikä markkinaläpimurto ole vielä näköpiirissä. Kehitys ei kuitenkaan ole pysähtynyt. Pelialalla on datahanskojen lisäksi kokeiltu jopa kokonaisia pukuja, jotka antavat kehollisen vasteen virtuaali-maailman kokemuksista.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Liikkeisiin ja eleisiin sekä tuntemuksiin perustuvia käyttöliittymiä kehitetään sekä tietotekniikkayritysten että akateemisten tutkijoiden toimesta.

Tutkimusalue ei ole erityisen runsaasti rahoitettua eikä markkinakysyntä ainakaan toistaiseksi ole laajaa, mutta eteneminen vaikuttaa joka tapauksessa jatkuvalta ja motivoitulta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 21																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	5	3	0	0	0	3	0	5	0	5	3	3	0	3	5	1	0	0	0	**144

Eteneminen edellisen raportin jälkeen Edellisen raportin vastaavat korit ovat 2.23 Haptiset käyttöliittymät, joka sijoittui korkeimpaan ryhmään sekä 2.21 Liikkeisiin perustuvat käytönohjaimet, joka sijoittui toiseksi korkeimpaan ryhmään. Siinä vaiheessa puhuttiin peliohjainten tärinästä, näkövammaisten pistekirjoituksen generoinnista ja tuntemusten luomisesta sormenpäihin. Useita tuntemuksia välittäviä datahanskoja on tullut markkinoille sen jälkeen, mutta ne vaikuttavat edelleen melko kypsymättömiltä.

Monet liikkeisiin perustuvat käyttöliittymät ovat vasta tulossa markkinoille. Piiritasolle on integroitu eleitä tunnistava ”mikrotutka”, joka demonstraatioissa vaikuttaa nopealta ja tarkalta. Silmän liikeitä on myös tunnistettu aiempaa paremmin. Oculus on julkistanut virtuaalilaseihinsa liittyvät kahvat ja Myo liikeohjausta ja käden eleitä monipuolisesti tunnistavan rannekkeen. Myös Microsoftin ja Magic Leapin laajennetun todellisuuden laseihin kuuluu liikeitä ja eleitä tunnistava ominaisuus.

Ilmaan lasereilla luotujen hologrammien kosketusta on kehitetty edelleen. Eleiden ja liikkeiden tunnistus ja haptinen palaute muuttuvat nykyistä tärkeämmäksi virtuaalilasien ja laajennetun todellisuuden lasien yleistyessä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (021)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Kosketeltavat hologrammit femtolaserilla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/audiovideo/femtosecond-lasers-create-3d-midair-plasma-displays-you-can-touch
UltraHaptics: monipistekosketus ultraäänillä ilmaan	http://www.youtube.com/watch?v=2QkbVr4J7CM
Soli - minitutka, demovideo	https://www.youtube.com/watch?v=H41A_IWZwZI
Finch: Kevyet datahanskat	https://www.daydreamdistrict.com/finch-demonstrates-new-hand-tracking-controller-for-mobile-vr/
Demovideo haptisista VR-hanskoista, Gloveone	https://www.facebook.com/virtuality/videos/977380659048733/
Silmänliikeosoitin "hiiri" EyeCan	http://www.theverge.com/2014/11/25/7279849/samsung-eyecan-plus-eye-mouse
Myo liikeohjausta tunnistava ranneke	https://www.myo.com/
Elekäyttöliittymä ultraäänillä (Elliptic Labs)	http://www.cnet.com/news/elliptic-labs-ultrasonic-gestures-could-revolutionize-smartphone-interaction-next-year/

2.3.22 Nopeat ja tiheät muistimateriaalit (022) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmiskunnan kulttuurinen kehitys on vauhdittunut kirjoitustaidon keksimisen jälkeen. Kyky tallentaa asioita muistivälineille ja jakaa niitä muiden käyttöön on kehittynyt useissa vaiheissa kalliomaalauksista internetin pilvipalveluihin. Nykyään ihmisten välittömästi tallentamat ja monistamat tiedot muodostavat enää vähäisen osan kaikesta muistivälineiden tarpeesta.

Koneellisia havaintoja kerätään muistivälineille nopeasti kasvavia määriä, jotta koneet suodattaisivat tai koostaisivat ja oppisivat niistä jotakin ihmiselle tarpeellista tietoa. Tietoja myös varastoidaan yhä useammissa paikoissa, jotta ne olisivat tarpeen mukaan nopeasti ja luotettavasti saatavilla.

Tietokoneet tarvitsevat monenlaisia muisteja. Prosessorien välittömässä läheisyydessä tarvitaan suurta nopeutta, arkistokäytössä suurta tiheyttä ja pysyvyyttä. Muistivälineitä myös fyysisesti siirretään silloin, kun niiden hinta ja kapasiteetti tarjoavat tietoliikennekäyttöä tehokkaamman tai turvallisemman datan siirron. Assosiatiivinen, ihmisen hermostoa matkiva muisti kuuluu koriin 23. Tähän koriin kuuluvat osoitteelliset muistit.

Kehityksen yleiskuvaus: Prosessorin välittämässä läheisyydessä olevaa muistia kutsutaan keskusmuistiksi. Mobiililaitteiden lisääntyminen on johtanut sellaisen keskusmuistin tarpeeseen, joka säilyttää tilansa mahdollisimman vähäisellä virrankulutuksella ja on tästä huolimatta riittävän nopeaa.

Muistien tiheys ja nopeus ovat jatkuvasti kasvaneet. USB-muistit ja digitaalikameroiden käyttämät muistikortit ovat vakiintuneet muistin fyysiseksi siirtotavaksi koneiden välillä silloin, kun tietoliikennettä ei käytetä. Suurikapasiteettisissa massamuisteissa pyritään eroon mekaanisista, kuluvista elementeistä.

Tutkimuksellisissa muistimateriaaleissa tietoja varastoidaan molekyyalitasolla ja jopa yksittäisen atomin tasolla. DNA on yksi lupaavista hitaista, mutta tiheistä muistimateriaaleista. Spintroniikka tarjoaa ilmiönä tehokasta nopeutta. Kyseessä on alkeishiukkasten kiertosuunnan manipulointi. Kiertosuunta voidaan lukea ja erittäin nopea suunnan vaihto vaatii vain vähän energiaa. Kolmiulotteisten kiderakenteiden latomisen ja muokkauksen avulla on myös havaittu saatavan tiheitä pysyviä muistirakenteita.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Elektroniikkateollisuudella on erittäin suuri motiivi parantaa muistitekniikkaa jatkuvasti. Suurin panos kohdistuu aiempien teknologioiden inkrementaaliseen kehitykseen tai valtavirtaa lähellä oleviin parannuksiin. Niilläkin keinoin vuositteiset ominaisuuksien parannukset voivat nousta kymmeniin prosentteihin. Akateeminen tutkimus on tärkeää. Se kohdistuu uusiin ilmiöihin ja uusiin materiaaleihin, joiden avulla tavoitellaan kertaluokkaa suurempia parannuksia muistien ominaisuuksiin. Tutkimus on aktiivista ja etenee monia eri haaroja.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 22																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	10	0	5	3	0	5	3	***308

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.35 Uudet nopeat ja tiheät muistimateriaalit. Se nousi kolmanneksi tärkeimpään ryhmään. Monet teoreettiset mahdollisuudet olivat silloin näköpiirissä. Niiden tutkimus on edennyt selvästi konkreettisempaan vaiheeseen. Markkinoille tulleet tuotteet, kuten Flash-muisti ovat kehittyneet kymmeniä kertoja tiheämmiksi tarkastelujaksolla. Intel on tuonut markkinoille kahta kertaluokkaa Flash-muistia nopeamman SSD-muistikamman, jonka kapasiteetti on 1,5 Teratavua.

Keskusmuistitason DRAM-piireissä tiheyden kehitys on ollut vain 20% vuositasolla. Mekaanisista magneettilevyistä ja nauhoista ollaan nopeasti siirtymässä kiinteisiin massamuisteihin, mutta etenemistä tapahtuu myös siellä. IBM ja Sony ovat saaneet pakattua 330 Teratavua pieneen nauhakasettiin.

Tutkimuksellinen eteneminen on ollut nopeaa. Grafeenista on onnistuttu tekemään hyvin vähän virtaa kuluttava muistipiiri. Kvartsikiteeseen on tallennettu tieto 3D-rakenteena. Tämän avulla pieneen optisesti luettavaan lasilevyyn on saatu mahtumaan 360 teratavua. Optisissa pienitehoisissa luku/kirjoitusmuisteissa on saavutettu Gigahertsinopeus monikerroksisella rakenteella.

Spintroniikan tutkimus on edennyt ja IBM on onnistunut tallennustiheydessä saamaan yhden bitin yhteen atomiin. Myös IBM:n Racetrack-muistikehitys etenee ja on tutkijan arvion mukaan viiden vuoden päässä tuotannosta. Edut voivat tuolloin jäädä liian vähäisiksi muihin uusiin tekniikkoihin verrattuna.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (022)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
IBM tallennusennätys 1 bitti 1 atomiin	https://www.ibm.com/blogs/research/2017/03/meet-ibm-nanoscientists/
128Gbit nopeaa muistia piiriin	http://newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2015/07/28/intel-and-micron-produce-breakthrough-memory-technology
IBM&Sony 330TB pieneen nauhakasettiin	https://arstechnica.com/information-technology/2017/08/ibm-and-sony-cram-up-to-330tb-into-tiny-tape-cartridge/
360TB muistikristalli valmistettu	http://phys.org/news/2016-02-eternal-5d-storage-history-human-kind.html
Spintroniikalla energiatehokkuutta ITC:hen	http://www.natureworldnews.com/articles/6274/20140307/multi-ferroic-magnetic-materials-increase-power-efficiency-computers.htm
Grafeenista nopea, vähävir- tainen muistipiiri	http://news.stanford.edu/news/2015/october/graphene-memory-chips-102315.html
Intel: tulossa 1.5TB SSD muistikampa	https://arstechnica.com/information-technology/2017/03/intels-first-optane-ssd-375gb-that-you-can-also-use-as-ram/
Optinen GST-muistipiiri GHz-nopeus, pysyvä	http://www.kurzweilai.net/first-all-optical-chip-memory
500 Terabittiä R/W neliötuumalle (hidas)	http://gizmodo.com/record-setting-hard-drive-writes-information-one-atom-a-1783740015
Joustava PRAM-muisti, 20mikroampeerin virralla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/tkai-akr061515.php

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (022)	
Grafeenista magneettinen, muisti	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/graphene-becomes-magnetic-and-electric-at-same-time
Racetrack-muisti etenee	http://www.electronicweekly.com/news/glasgow-and-leeds-researchers-move-towards-racetrack-memory-2015-12/
IBM: Racetrack, nopea masamuisti 5v tuotannosta	http://www.computerweekly.com/news/450419357/Racetrack-Memory-products-in-five-years-says-IBM-fellow
MS tallentanut 200Mt DNA:han	https://www.technologyreview.com/s/601851/microsoft-reports-a-big-leap-forward-for-dna-data-storage/

2.3.23 Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit (023) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen aivot eivät jakaudu nykyisten tietokoneiden tavoin muistiin ja sitä lukevaan ja päätöksiä tekevään prosessoriin. Aivoissa hermosolut muodostavat verkostoja, joissa signaalit etenevät rinnakkain eri hermosolujen välillä. Hermoverkon toiminta on riippuvainen hermosolujen välisistä yhteyksistä ja niiden kyvystä osallistua toisten hermosolujen aktivointiin. Prosessointi, muisti ja taidot eivät tällä fyysisellä tasolla ole erotettavissa toisistaan.

Tekoälykehitys on osoittanut aivojen toimintaperiaatteen erittäin tehokkaaksi hahmontunnistuksessa ja syväoppimisessa. Siksi tekoälyjärjestelmissä matkitaan hermoverkkoja, mutta se joudutaan tekemään simuloimalla niitä ohjelmallisesti, koska tietokoneissa ei ole hermoston kaltaista rakennetta. Tämä simulointi ei kuitenkaan ole erityisen nopeaa eikä energiatehokasta ja siksi tekoälyn tarpeisiin on kehitetty entistä tehokkaammin hermoverkkoja simuloivia prosessoreita ja hermoverkkoja suoraan matkivaa elektroniikkaa.

Kehityksen yleiskuvaus: Grafiikkaprosessoreita on viime aikoina käytetty runsaasti tekoälyn tarpeisiin, koska grafiikan esittämiseen vaadittu laskenta soveltuu hermoverkkojen simulointiin yleisprosessoreita paremmin. NVIDian tehokkaat tekoälyprosessorit edustavat tätä suuntausta. Google ja IBM ovat kehittäneet erityisiä tekoälyprosessoreita, jotka soveltuvat juuri heidän omien tekoälyjärjestelmiensä vaatimaan laskentaan.

Memristor on pitkään tunnettu konsepti elektroniikassa. Siinä vastuksen arvo voidaan asettaa ja piiri muistaa sen. Periaate on tunnettu, mutta tehokkaita toteutustapoja ei vielä ole löydetty. Käytännössä nykyiset hermoverkkoprosessorit perustuvat vielä perinteiseen piiriteknologiaan. Memristoreiden ja muiden uusien tekniikoiden avulla voitaisiin kehittää piirejä, joissa synteettisten hermosolujen väliset synapsit vahvistuvat tai heikentyvät toiminnan mukaisesti. Tämän toiminnan mukaista elektroniikkaa kehitetään nyt monella eri taholla, vaikkakin todellisia memristor-piirejä on vain tutkimuksellisessa käytössä. Johtavia kehittäjiä ovat IBM, Intel, Qualcomm ja HP.

Teknologiaa kehitetään yhtäältä suurten laskentakeskusten tekoälyyn perustuvien pilvipalveluiden tarpeisiin ja toisaalta kuluttajien päätelaitteisiin esimerkiksi konenäön soveluksiin. Esimerkiksi Apple on ilmoittanut lisäävänsä tekoälyprosessorin omaan älypuheli-meensa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tekoälyyn liittyvä prosessorikehitys ja assosiativisten muistien kehitys on laajentunut akateemisesta tutkimuksesta laajasti elektroniikkateollisuuden kilpailuksi alueeksi. Toiminta ei vielä ole kovinkaan suureksi osaksi asiakkaiden odotuksiin vastaamista, lukuun ottamatta NVIDIAN prosessoreita. Kehittäjät uskovat markkinoiden nopeaan ja laajaan kasvuun.

Kehitys tähtää tietotekniikan tulevaan sukupolveen ja omien kilpailuasetelmien varmistamiseen tekoälyn seuraavassa aallossa. Akateemisen tutkimuksen merkitys tavoiteltaessa ihmisen hermoston energiatehokkuutta ja memristoreita on edelleen merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 23																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	10	0	0	0		0	5	5	10	10	3	3	10	5	5	3	5	10	10	***291

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kohta oli 2.36 Aivojen simulointi, kartoitus ja se nousi toiseksi tärkeimpään ryhmään. Tekoälysovelluksissa ei vielä käytetty grafiikkaprosessoreita eikä muita erityisprosesseoreita. Suurin tutkijoiden kehittämä hermoverkkoprosessori sisälsi 128 neuronია ja 5120 synapsia.

Kehitysnopeutta kuvaa se, että Intel on julkaissut kaupallisen Loihi prosessorin, jossa on 130 tuhatta neuronია ja 130 miljoonaa synapsia. IBM on esitellyt piirikortin, jossa on 16 piiriä, kussakin miljoonaa neuronია ja 256 miljoonaa synapsia. Memristoreissa on tunnistettu kestäviä rakenteita ja materiaaleja, mutta kyse on edelleen niiden osalta tutkimuksellisesta vaiheesta.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (023)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Keinotekoinen synapsi memristor oppii autonomisesti	https://futurism.com/we-just-created-an-artificial-synapse-that-can-learn-autonomously/
IBM: 16 milj. neuronin ja 256 milj. synapsin prosessori	http://nextbigfuture.com/2016/03/neuromorphic-supercomputer-has-16.html
HP: nopea muistipohjainen prosessointi, konseptiproto	https://news.hpe.com/hewlett-packard-enterprise-demonstrates-worlds-first-memory-driven-computing-architecture/
Miljoona neuronია IBM:n piirillä	http://www.bbc.com/news/science-environment-28688781
Digitaalinen hermosolurajapinta suunnitteilla (DARPA)	http://www.darpa.mil/news-events/2015-01-19
Intelin Loihi-piirillä 130k neuronია ja 130M synapsia	https://newsroom.intel.com/editorials/intels-new-self-learning-chip-promises-accelerate-artificial-intelligence/
Hermoverkkoprosessorien läpimurtoja ja näkymiä	https://singularityhub.com/2018/02/07/brain-like-chips-now-beat-human-brain-in-speed-and-efficiency/
Memristor 50ns kytkentä, tila säilyy 11vrk virratta	https://www.extremetech.com/extreme/258134-organic-memristor-sets-records-speed-durability
Memristor-prosessori	http://fortune.com/2015/09/03/memristor-brain-like-chips/
Know Memristor-tuoteperhe memristoreiden edelläkävijänä	http://knowm.org/memristors/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (023)	
Nvidialta uusi AI-prosessori	http://europe.newsweek.com/miracle-computer-chip-gives-big-boost-artificial-intelligence-451366
Neurogrid - 1M neuronia, 7MRD synapsia kortilla	http://www.cnet.com.au/brain-inspired-circuit-board-9000-times-faster-than-an-average-pc-339347168.htm
Googella omat TPU:t AI-käyttöön	https://cloudplatform.googleblog.com/2016/05/Google-super-charges-machine-learning-tasks-with-custom-chip.html
Memristor -taustoitus	http://edition.cnn.com/2015/02/26/tech/mci-eth-memristor/index.html
IBM RPU nopeuttaa neuroverkkoja	http://www.tomshardware.com/news/ibm-chip-30000x-ai-speedup,31484.html
Mustesuihkutulostettava memristor Suomesta	http://yle.fi/uutiset/suomessa_kehitettiin_ainutlaatuista_painettua_alua_muistivastus_voidaan_tulostaa_vaikka_postipaketin_kylkeen/8494473
Pienikulutuksinen Eyeriss AI-prosessori älypuhelimiin	http://www.engadget.com/2016/02/07/low-power-neural-network-chip/
Apple Neural Engine mobiililaitteisiin	https://phys.org/news/2017-05-apple-mobile-ai-chip-intelligence.html
Neuroprosessorit Qualcomm, IBM, Intel	http://readwrite.com/2013/10/25/neural-processing-unit
Aivojen emulointi (IBM) (Modha esitelmä)	http://www.youtube.com/watch?v=tqeINGOzIZo

2.3.24 Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio (024) ***

Teknologiakorin kohdealue: Tietokoneilla suoritettava laskenta on moniin vaativiin tehtäviin hidasta ja energiaa kuluttavaa. Laskennan nopeutta ja energiatehokkuutta pyritään jatkuvasti kasvattamaan. Myös tietoliikenne on useisiin tarpeisiin hidasta ja tiedot helposti varastettavissa tai vääristeltävissä. Tietoturvan varmistaminen siten, ettei kukaan pääse lukemaan tai väärentämään lähetettyjä viestejä, on jatkuvaa kilpajuoksua viestien salaajien ja niiden murtaajien välillä. Salaajan tavoitteena on estää murtautuminen viestin koko elinajan yli ja helpoimmat murtokohteet ovatkin vanhoja järjestelmiä.

Kvanttimekaniikka monine ihmisille mystisine ominaisuuksineen tarjoaa mahdollisia vastauksia tulevaisuuden haasteisiin sekä hyvässä että pahassa. Kvanttitietokoneessa laskentayksikkö on kubitti ja se voi kvanttimekaanisista syistä olla samanaikaisesti useissa eri tiloissa. Kubittien määrän kasvaessa, kasvaa rinnakkaisuuden määrä eksponentiaalisesti ja laskentateho samoin. Kvanttitietokone voi laskea nopeasti suunnattoman määrän eri vaihtoehtoja ja summata ne. Kubitit eivät saa laskennan aikana vaikuttaa ulkomaailmaan, koska tällöin laskentaan liittyvä superpositio romahtaisi ja summaus tapahtuisi ennenaikaisesti.

Kvanttilaskenta tarjoaa merkittävän haasteen tietoliikenteessä nykyään käytetyille julkisen avaimen salausmenetelmille, koska yleisimmät menetelmät voidaan murtaa riittävän monesta kubitista koostuvan kvanttilaskimen avulla. Kvanttimekaniikka toisaalta tarjoaa tietoliikenteen suojaukseen uuden vaihtoehdon, kvanttilomittumisen. Ilmiö on pitkään tunnettu ja siinä yhden kvantin tilan muutos johtaa samanaikaisesti sen kanssa lomittuneen

kvantin tilan muuttumiseen, vaikka nämä olisivat kaukana toisistaan. Tilan muutos on välitön eikä siis noudata valon nopeutta. Kvanttilimituksen avulla voidaan varmistaa, ettei kukaan muu kuin tarkoitettu lukija ole koskenut viestiin.

Kehityksen yleiskuvaus: Kvanttilaskennassa keskeistä on eristää kubitit ympäristöstään. Tähän käytetään jäähdytystä ja muita kokeellisia keinoja. Kubittien määrän lisääminen koneeseen tai niiden pysyvyys laskennan aikana ovat vaativia tavoitteita. Vaikeaa on myös niiden algoritmien kehittäminen, joihin kvanttilaskenta soveltuu. Kvanttitietokone ei siis ole tavallista tietokonetta nopeampi yleisesti, vaan ainoastaan sille sopivissa algoritmeissa.

Kvanttilimituksen käyttö viestinnän salaamisessa edellyttää lomittumisen aikaansaamista kahden kvantin välille. Tämän jälkeen toinen kvanteista siirretään toisaalle lomitusta rikkomatta. Kvantin tilan tarkastaminen muuttaa sen tilaa ja samalla muuttuu myös lomitetun toisen kvantin tila. Testejä on suoritettu fotoneilla sekä kuituyhteyksillä että satelliittiyhteyksillä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kvanttitietokoneiden ja kvanttilimituksen tutkimus perustuu pääosin tieteelliseen motiiviin, mutta monilla yrityksillä on myös pitkän tähtäimen kaupallisia motiiveja panostaa kehitykseen.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 24																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	3	0	0	0	0	3	10	10	0	0	0	0	10	0	0	20	5	3	5	***216

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaava kohta edellisessä raportissa oli 2.37 Kvanttitietokoneet, ja se sijoittui alimpaan ryhmään. Kehityksen kärjeksi silloin mainittu D-Wave ei ole lunastanut lupauksia. Kyse on kvanttitietokoneesta, mutta sellaisesta, jonka ominaisuudet ovat verrattain heikot. Kvanttitietokoneessa kohina, kubittien lomittuminen ja rinnakkaisuuden määrä ovat keskeisiä parametreja.

IBM on julkaissut verkossa oman 16 qubitin kvanttitietokoneensa tutkijoiden ja opiskelijoiden käytettäväksi. IBM on kertonut saaneensa 50 kubitin kvanttitietokoneen toimimaan. Intel on toimittanut asiakkaalleen 17 kubitin piirin ja julkaissut 49 kubitin piirin. Tutkijat ovat saaneet neljän kubitin rekisterin stabiiliksi, helposti laserilla ohjattavaksi sekä luettavaksi. Monet toimijat varautuvat jo kvanttiteknologian etenemiseen ja mahdollisuuteen murtaa salasanoja.

Kvanttilimituksen ennätys on nyt kiinalaisilla, Kiinasta satelliittiyhteydellä Itävaltaan, yhteensä yli 10.000km. Kvanttisalaus on osoitettu mahdolliseksi, mutta nyt myös Zeno -ilmiö on vahvistettu ja on vahvistettu käytännössäkin, että se mahdollistaa materiattoman ja valoa nopeamman tiedonsiirron lomituksen avulla, mutta on edelleen epävarmaa, voidaanko informaatiota siirtää valoa nopeammin.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (024)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Materiaaton kvanttikommunikaatio mahdollinen (Zeno-efekti)	http://www.electronicproducts.com/Sensors_and_Transducers/Sensors/World_39_s_first_direct_counterfactual_quantum_communication_proven_possible.aspx
Zeno-ilmiö - vahvistettu,	http://phys.org/news/2015-10-zeno-effect-verifiedatoms-wont.html
Vortex beam -kvanttilomitus kilometrietäisyydellä	http://spectrum.ieee.org/telecom/security/two-steps-closer-to-a-quantum-internet
Kvanttitietokone - fotonikytkin	http://www.scienceworldreport.com/articles/13946/20140410/new-atom-photon-switch-herald-breakthrough-quantum-computers.htm
Kvanttialattu yhteys Kiinasta Itävaltaan 7500+2600km	https://newatlas.com/micius-quantum-internet-encryption/53102/
Kvanttilomitusennätys 1200km kiinalaisille	http://science.sciencemag.org/content/356/6343/1140
Kvanttitietokone (Google) kertaluokkia nopeampi joissakin tehtävissä	http://www.extremetech.com/extreme/219160-googles-quantum-computer-is-100-million-times-faster-than-a-conventional-system
Tietoturvaa kvanttilomituksella	http://phys.org/news/2014-12-fraud-proof-credit-cards-quantum-physics.html
Kvanttikommunikaatio kaupunkien välillä kuituverkossa	http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/2016/09/19/quantum-teleportation-enters-real-world/
IBM:n 50 kubitin kvanttietokone, lomittunut tila 90 mikrosekuntia	https://www.technologyreview.com/s/609451/ibm-raises-the-bar-with-a-50-qubit-quantum-computer/
Qubitin spin-tieto siirretty fotoniin piipohjaisella piirillä	https://phys.org/news/2018-01-quantum-silicon-chip.html
Kvanttisilta (piiri) liittää kvanttietokoneet toisiinsa	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-10/dnl-daf101416.php
Intel toimittanut asiakkaalle 17 kubitin piirin	https://techcrunch.com/2017/10/10/intel-moves-towards-production-quantum-computing-with-new-17-qubit-chip/
Monikanavainen kvanttilaskentapiiri	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/tos-rca042716.php
Kvanttitietokoneen jäähdytys ratkaistu Aallossa	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2016-02-01-002/
Stabiili neljän kubitin rekisteri	https://phys.org/news/2017-11-quantum.html
Suomalainen BlueFors toimittaa kvanttikoneisiin kryogeniikkaa	http://www.bluefors.com/index.php/company
Aalto-yliopistossa rakennetaan kvanttietokonetta	https://areena.yle.fi/1-4231529

2.3.25 Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit (025) **

Teknologiakorin kohdealue: Monia uusia sähkömagneettisesti aktiivisia materiaaleja on löydetty. Tähän koriin kuuluvat uusien materiaalien, erityisesti nanohiilten ominaisuudet elektroniikan ja optoelektroniikan sekä sähkömekaniikan tehtävissä. Materiaaleilla voi olla

vaikutusta sähkön ja lämmönjohtavuuteen, laitteiden nopeuteen, kokoon, hintaan, kestävyteen tai herkkyyteen ja moniin muihin ominaisuuksiin. Transistorimateriaalit ovat kehityksen keskiössä eikä tavoitteena ole pelkkä nopeus tai tiheys.

Kehityksen yleiskuvaus: Nanohiilet ovat selkeästi merkittävin uusi elektroniikkaan vaikuttava materiaali. Grafeeni ja hiilinanoputket sekä itsenäisesti että yhdessä muiden aineiden kanssa tarjoavat hämmästyttävän laajan joukon erilaisia ominaisuuksia tutkijoiden työsaraksi. Grafeeni on yhden atomikerroksen paksuinen verkkomaisesti yhdistynyt hiiliatomien levy. Hiilinanoputki on grafeenin putkimainen variaatio.

Elektronin voivat liikkua grafeenissa lähes vastuksetta. Grafeenista on opittu valmistamaan sekä joustavia, vähävirtaisia että nopeita elektroniikan komponentteja. Grafeenia rei'ittämällä saadaan aikaan pietsosähköisiä ja optisia ilmiöitä. Näiden avulla voidaan toteuttaa esimerkiksi läpinäkyviä kosketuspintoja tai valokennoja. Useilla alueilla kehitys on alkuvaiheissaan.

Resursointi ja kehittymotiivi: Monet julkiset tahot ja yritykset ovat panostaneet yhteensä miljardeja euroja grafeenitutkimukseen. Suurin panos on kohdistunut elektroniikkateollisuuden materiaaleihin. Useissa tutkimuksissa on selkeä akateeminen motiivi pitkän tähtäimen kaupallisen hyödyn rinnalla, mutta joukossa on runsaasti välittömiin kaupallisiin hyötyihin ja asiakaskysynnän tyydyttämiseen tähtääviä tuotekehityshankkeita.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 25																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	3	0	10	10	10	0	3	3	0	0	0	**162

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Ryhmä on lisätty, koska uusien materiaalien uskotaan vaikuttavan olennaisesti elektroniikan kehitykseen vuoteen 2037 mennessä. Nanohiilten mahdollisesta vaikutuksesta elektroniikkaan on puhuttu useiden vuosien ajan, mutta merkittäviä tuloksia elektroniikan saralla on syntynyt vasta edellisen raportin julkaisemisen jälkeen. Valon manipulointi IR-UV -välillä kyetään tekemään grafeenin avulla. Tämä mahdollistaa lähettimet, näyttölaitteet, valokennot ja linssit sekä optoelektroniikan muut sovellukset sekä optisen laskennan komponentteja.

Spintroniikkaan perustuva laskenta ja muistipiirit on osoitettu toimivaksi grafeenissa. Kyse on erittäin energiatehokkaasta laskennasta. Transistori on saatu toteutettua useilla eri tavoilla sekä piipohjaista tehokkaampana että nopeampana ja vähemmän tilaa vievänä. Grafeenin avulla on myös saatu toteutettua joustavaa elektroniikkaa kankaisiin, ihon pintaan ja muoveihin. Myös grafeenipohjaisen elektroniikan tuotantomenetelmiä on ryhdytty kehittämään.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (025)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Valon manipulointi IR-UV - välillä grafeenin avulla	http://newatlas.com/graphene-gallium-nitride-two-dimensional-penn-state/45144/
Elektronit grafeenissa ohjattavissa jännitteellä	https://www.rdmag.com/article/2017/10/scientists-discover-how-control-electrons-graphene
Spin kytkettävissä grafeeni/MoS2, muisti&prosesointi	https://phys.org/news/2017-07-graphene.html
Nanometrin transistoriportti nanohiilistä	http://phys.org/news/2016-10-materials-smallest-transistor-nanometer-carbon.html
N3XT 3D-piiriarkkitehtuuri käyttää hiiliinanutkia	http://phys.org/news/2015-12-skyscraper-style-chip-boosts-fold.html
Elektronivirta grafeenissa ballistinen, lähes vastukseton	https://phys.org/news/2017-08-electrons-liquid-graphene-physics.html
Nanohiilitransistori piipohjaista tehokkaampi	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/carbon-nanotube-transistors-finally-outperform-silicon
Yhden atomin optinen kytkin valmistettu	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/optoelectronics/worlds-first-singleatom-optical-switch-fabricated
Nanokoon diodi, transistori	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/dbnl-mth072915.php
Kiinalaisilta grafeenipohjainen e-paperi	http://www.jagranjosh.com/current-affairs/china-developed-worlds-first-graphene-electronic-paper-1461921648-1
Ensimmäinen toimiva grafeenitransistori (FET)	http://www.extremetech.com/extreme/183653-the-first-fully-2d-wonder-material-graphene-molybdenite-transistor-could-be-the-future-of-fast-electronics
Tulostettava valopaperi	http://www.fastcompany.com/3038890/rohinnis-lightpaper-is-incredibly-thin-and-printable
Grafeeni/platina - herkkä valokenno ja keinoekoinen lehti	https://phys.org/news/2018-01-proton-graphene-renewable-energy.html
Joustavia nopeita piipohjaisia transistoreita	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/uow-wsp042016.php
Litettä grafeenikaiutin lämmittää ilmaa	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/consumer-electronics/gadgets/graphene-enables-flat-speakers-for-mobile-audio-systems
Perovskiittitransistori	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/for-first-time-researchers-fabricate-a-transistor-out-of-perovskite
Tarkka menetelmä elektrooniikkaa nanohiilistä	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/07/170725090138.htm
3D-tinasta erittäin nopea puolijohde	http://www.gizmag.com/2d-semiconductor-tin-monoxide/41843/
Taivutettava laite (MS), päälle puettavaa elektroniikkaa	http://www.neowin.net/news/microsoft-is-serious-about-foldable-and-printable-electronics
Pienitehoisia transistoreita	http://www.cam.ac.uk/research/news/engineers-design-ultralow-power-transistors-that-could-function-for-years-without-a-battery
Grafeenipinnoite paperiseen näyttöpintaan	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/optoelectronics/grapheneenabled-paper-makes-for-flexible-display
Läpinäkyvän grafeenikennon kehityshaasteita	http://news.mit.edu/2017/mit-researchers-develop-graphene-based-transparent-flexible-solar-cells-0728

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (025)	
Varaukseton sähkövirta grafeenissa	http://www.natureworldnews.com/articles/9010/20140912/using-graphene-spin-electrons-new-directions.htm
Grafeenin kaltainen helpommin tarkasti luotava pinta	https://phys.org/news/2017-12-artificial-graphene-nanofabricated-semiconductor.html
Shottky-diodiin radikaali parannus grafeenilla	https://phys.org/news/2017-02-diodes-graphene-interlayer.html
Läpinäkyvät ja venyvät transistorit sekä johtimet	http://advances.sciencemag.org/content/3/9/e1700159

2.3.26 Laskentatehon radikaali kasvu (026) ****

Teknologiakorin kohdealue: Perinteisen elektroniikan keinoin on vaikea kasvattaa tietokoneiden kellotaajuuksia muutamaa Gigahertsiä korkeammalle. Laskentavaatimusten jatkuvasti kasvaessa, nopeus voi kuitenkin kasvaa useilla eri tavoilla. Käskykantoja voidaan optimoida tehtävien mukaiseksi, kuten toisaalla kuvataan tekoälyn ja hermoverkkolaskennan yhteydessä. Toiseksi, laskennan rinnakkaisuutta voidaan kasvattaa perinteisin tai toisaalla kuvatun kvanttilaskennan menetelmin. Kolmanneksi voidaan siirtyä elektronien siirtämiseen perustuvasta laskennasta muihin alkeishiukkasiin ja nopeampiin ilmiöihin. Tähän koriin sisältyvät laskennan rinnakkaisuuden tavanomainen lisääminen ja alkeishiukkasten elektroniikkaa nopeammat ilmiöt.

Kehityksen yleiskuvaus: Fotonikan, kvasipartikkeleiden ja spintroniikan ilmiöitä pyritään hyödyntämään laskennan nopeuttamiseksi. Fotonit saadaan plasmoniikan avulla vangittua materian sisään ja liikkumaan hitaammin. Plasmonit ja muut kvasipartikkelit, kuten Weylin fermionit ovat massattomia fotonien tavoin. Spintroniikka nojaa kykyyn lukea ja vaihtaa kvarkin pyörimissuuntaa ja aikaansaada laskentaa sen avulla. Tällainen kehitys voi kasvattaa laskentatehoa, mutta toistaiseksi ollaan perustutkimuksen tasolla.

Prossessoritiheys on kasvanut jatkuvasti. Koska monimutkaisuutta ei osata kasvattaa tehokkaasti, lisää tiheyden kasvu rinnakkaisuutta. Rinnakkaisuus muuttaa sovelluksia ja ICT-arkkitehtuuria. Prosessorien ja yhteisen muistin väliset väylät ruuhkautuvat ja hidastavat laskentaa, jos tehtävissä on paljon yhteisiä lähtö- ja tulostietoja. Näitä ongelmia on työstyetty 1970-luvulta alkaen ja työstyetään edelleen yhä suuremmin resurssein ja konkreettisin ta-voittein.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Pääpaino kvantti-ilmiöiden tutkimuksessa ja hyödyntämisessä on akateemisesti motivoitu ja yrityksillä on siihen pitkän tähtäimen intressi. Rinnakkaislaskenta on laajentunut akateemisesta tutkimuksesta tietotekniikkayritysten välittömän kiinnostuksen kohteeksi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 26																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	10	10	5	5	0	5	5	10	5	10	5	5	0	5	0	10	5	5	0	10	****440

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähinnä vastaava kori aiemmin oli 2.72 Äärimmäisen tiheät, kvantti-ilmiöt huomioon ottavat prosessorit, joka sijoittui korkeimmalle tasolle. Kehitys on jatkunut ja uusia radikaaleja mahdollisuuksia on avautunut. Weylin fermionin on havaittu kuljettavan varausta tuhat kertaisella nopeudella elektroniin verrattuna tavallisissa johtimissa. 245 THz taajuus on havaittu mahdolliseksi plasmoniikkatunneloinnilla. Spintroniikalla voidaan toteuttaa Terahertsitason kaskadilogiikka.

Rinnakkaislaskentaan suunniteltu Tardis-rakenne vähentää olennaisesti moniydinprosessorien muistintarvetta. Muistin tarve kasvaa lineaarisen sijaan vain logaritmisesti ja siksi esimerkiksi 128 prosessorin laitteen muistintarve vähenee kolmanteen osaan. Rinnakkaislaskennan merkityksen kasvaessa Intel on päättänyt investoida massiivisen rinnakkaislaskennan kehitykseen \$16MRD.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (026)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Piirinopeus 245THz mahdollinen plasmoniikkatunneloinnilla	http://www.gizmag.com/nanoelectronic-circuits-quantum-plasmonic-tunneling/31714/
Weylin fermioni kuljettaa varausta 1000*elektronin nopeudella	http://www.sciencealert.com/scientists-have-finally-discovered-massless-particles-and-they-could-radically-speed-up-electronics
Terahertsitaajuuksinen spin-kaskadilogiikka nanohiilistä	https://www.nature.com/articles/ncomms15635
Exciton-polariton kvasipartikkeleilla uusia mahdollisuuksia	http://www.news.iastate.edu/news/2017/06/07/exciton-polaritons
Intel 16MRD massiiviseen rinnakkaislaskentaan (FPGA)	http://motherboard.vice.com/read/intel-bets-167-billion-on-the-massively-parallel-future
Tardis-arkkitehtuuri vähentää moniydinprosessorin muistintarvetta	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/tardis-memory-could-enable-huge-multicore-computer-chips

2.4 Liikenne, liikkuminen ja logistiikka

Teknologiakehitys vaikuttaa liikenteeseen ja liikkumiseen monella tavoin. Liikenne on nopeasti robotisoitumassa. Toistaiseksi vaikutus on näkynyt ajoturvallisuuden parantumisena. Tulevalla kehityksellä ennakoidaan olevan merkittäviä vaikutuksia sekä henkilö- että tavaraliikenteen palveluiden saatavuuteen ja kustannuksiin. Kuljettajaton tavaraliikenne mahdollistaa kaluston ja kuljetusaikojen optimoinnin. Henkilöliikenteessä kuljetuspalveluiden hinnan lasku ja saatavuuden paraneminen mahdollistavat omasta autosta luopumisen, joka vähentää autojen kokonaistarvetta ja parkkipaikkojen tarvetta.

Akkuteknologian ja sähkömoottoreiden kehitys ohjaavat kohti nykyistä laajempaa liikenteen sähköistymistä. Sähköautojen lisäksi kevytliikenne sähköistyy nopeasti. Myös sähkölentokoneita kehitetään ja ne nähdään järkevinä tulevaisuudessa ennakoidun akkuteknologian avulla. Sähkö on myös vesiliikenteessä kasvava energiamuoto. Nelikopterit ja muut

dronet ovat teknologiakehityksen avulla nousseet varteenotettaviksi välineiksi tavaroiden jakelussa.

Liikenteen kehityksellä on laajat vaikutukset kaupunkirakenteeseen, ihmisten ajankäyttöön ja jopa kaupunkien asemaan. Monet kaupungit ovat syntyneet ja kasvaneet meriliikenteen ansiosta. Konttiliikenne on sekin muokannut maailmaa. 1200km/h kulkeva Hyperloop tulee muuttamaan talousmaantiedettä vastaavalla tavalla.

Liikkumisen teknologia vaikuttaa tulevaisuudessa monien liikuntaesteisten ihmisten arkeen palauttaen itsenäisen toimintakyvyn. Liikenteeseen liittyvä teknologia mahdollistaa myös laitteille yhä helpomman pääsyn avaruuteen ja muihin hankalasti tavoitettaviin paikkoihin.

Liikenne, liikkuminen ja logistiikka	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
27	Kävelevä robotti ja kävelyavustajat
28	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä
29	Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet
30	Nelikopterit ja muut lentävät dronet
31	Kevyet henkilölennättimet
32	Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet
33	Radikaali vesiliikenne
34	Hyperloop ja muu tunnelitekniikka
35	Avaruuden helpompi saavuttaminen
36	Kyberhyönteinen ja muu biomimetiikka

2.4.27 Kävelevä robotti ja kävelyavustajat (027) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen luontainen toimintaympäristö on jalkoja varten rakennettu. Kuljimme sitten sisätiloissa, kaupunkiympäristössä tai metsäpoluilla, selviämme matkastamme jalkojen avulla, elleivät etäisyydet tai vesireitit edellytä tehokkaampia liikennevälineitä. Mikäli jalkamme ovat heikot tai vammautuneet, me kohtaamme vaikeuksia jo tavallisessa arjessa.

Pyörätuoli tai rollaattori ei auta portaissa eikä se nosta meitä keskustelemaan muiden ihmisten kanssa kasvokkain tai kurottelemaan kaupan ylähyllyn tavaraita. Pyörillä kulkeva robotti on helposti samoissa ongelmissa. Robottijalkoja kehitetään, jotta sekä koneet että heikkojalkaiset ihmiset voisivat liikkua sujuvasti kaikkialla, missä terve ihminen normaalisti liikkuu.

Kehityksen yleiskuvaus: Käveleviä robotteja on kehitetty hyvin pitkään. Aluksi koneet kävelivät neljällä tai kuudella jalalla, koska kävely pyrittiin säilyttämään jatkuvassa tasapainotilassa. Yllätykselliset esteet aiheuttivat tällaisille kävelijöille lähes aina kaatumisen.

Dynaamisen mallin mukainen kävely on ratkaissut monia ongelmia. Siinä robotti olettaa aina kaatuvansa ja laskee, mihin jalka tulisi seuraavaksi laittaa, jotta kaatuminen estyisi. Tämä ajatus kävelystä sopii ympäristöihin, joissa maasto on epätasainen ja maaperän pitävyys jalkojen alla vaikeasti arvioitavissa esimerkiksi liukkauden, löysyyden tai pyörivien kivien vuoksi. Dynaaminen kaatuvan liikkeen malli mahdollistaa juoksevan tai tanssivan robotin. Paras kaksijalkainen robotti kykenee nyt reagoimaan yllätyksellisiin tilanteisiin, juoksemaan, kävelemään portaissa ja hyppäämään eikä se hämmenny liukastelusta.

Robottien kävelyn rinnalla ja osin samaa teknologiaa käyttäen on kehitetty sekä heikkojalkaisille ihmisille että halvaantuneille tai amputoiduille ihmisille robottijalkoja. Kyse on päälle puettavasta varustuksesta, joka avustaa tai hoitaa kävelyn ihmisen puolesta. Avustavassa kävelyssä robottijalat lukevat ihmisen hermostosta tai lihaksista signaalit, joita robottijalat vahvistavat. Omien jalkojen toimintaa siis vahvistetaan.

Halvaantuneen tai amputoidun lihaksista ei saada kaikkia jalkaa ohjaavia signaaleja, joten tarvittaessa ihmisen on ohjattava kävelyä osoittamalla halutut liikkeet esimerkiksi käsien avulla. Vaihtoehtoisesti robotti voidaan kytkeä aivoihin, jotka oppivat antamaan robottijaloille tarkemmat ohjeet liikkeiden suunnasta.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Pioneeriyhtykset, kuten Honda, ovat tehneet kehitystä pitkän tähtäimen motiivin vuoksi. Merkittävää tutkimustyötä on tehty myös yliopistoissa ja erityisesti sotilaslääketieteen puolella invalidisoituneiden sotilaiden auttamiseksi. Tuotekehitys on ollut merkittävää myös robotiikkaliiketoiminnan startup-yritysten piirissä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 27																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	5	1	0	0	1	10	0	10	5	3	0	10	0	1	5	5	0	5	0	***330

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähimmät korit edellisessä raportissa ovat 2.70 Robottijalat ja liikkumista vahvistava haarniska sekä 2.54 Kävelevä kädellinen robotti. Kummatkin nousivat korkeimpaan ryhmään.

Cyberdynen liikkumisen avustajat olivat kokeilussa jo edellisen raportin kirjoitushetkellä, kuten myös Hondan kävelyavustaja. Kummatkin ovat nyt kaupallistuneet ja markkinoilla on uusia tulokkaita. Alaraajahalvauspotilaan kävelyavustaja on nyt kevytrakenteinen, 12,5 kg painava laite, jonka hinta on 40 tuhatta dollaria. Heikkojalkaiselle tarkoitetun Hondan kävelyavustajan vuokrahinta on saatavilla olevan lähteen mukaan 331 euroa kuukaudessa.

Sotilaskäyttöön ja raskaaseen varastotyöhön on tarjolla toiminnallisia tukirankoja, joissa sekä käsiä että jalkoja avustetaan. Keinotekoiset lihakset ovat mahdollistaneet pehmeiden kävelyavustajien kehityksen ja kokeilut. Kaksijalkaisen robotin kävelyä on demonstroitu maastossa, esimerkiksi metsäpolulla. Nelijalkaiset robotit kävelevät jo sujuvasti epätasaisessa maastossa. Rakennetussa ympäristössä käveleviä robotteja on useita.

Hondan Asimo on demonstroinut juoksevaa liikettä ja pysyy pystyssä tönäisyistä huolimatta. Boston Dynamicsin varastorobotti hyppii luontevasti esteiden yli. Se liikkuu nopeasti kahdella pyörin varustetulla jalalla, kuten rullaluistelija. Laite kykenee nostamaan ja kuljettamaan raskaita tavaroita.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (027)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Pehmeä exoskeleton	http://www.technologyreview.com/news/530751/motorized-pants-to-help-soldiers-and-stroke-victims/
Honda vuokraa kävelyavustajarobottia 331eur/kk	https://www.autoevolution.com/news/honda-walking-assist-device-leasing-debuts-better-chances-for-recovering-riders-98106.html
Atlas-robotti tekee voltteja	https://www.wired.com/story/atlas-robot-does-backflips-now/
FDA-ok robottijalat halvauspotilaille \$80K	http://futurism.com/new-robotic-exoskeleton-paraplegics-way/
Cyberdynen robottijaloille (HAL) FDA-hyväksyntä	https://spectrum.ieee.org/the-human-os/medical/devices/cyberdynes-medical-exoskeleton-strides-to-fda-approval
Suitx -exoskeleton raskaan työn tekijöille	https://www.facebook.com/businessinsider/videos/642649132609143/
Hyundain robottijalat myyntiin	https://www.wired.com/video/2016/12/hyundai-s-exo-skeleton-makes-everyone-an-iron-man/
Halvaantuneen robottijalat \$40K, 12,5kg	https://www.technologyreview.com/s/546276/this-40000-robotic-exoskeleton-lets-the-paralyzed-walk/
Deep Mind: tekoäly oppii itse kävelemään simuloidussa ympäristössä	https://deepmind.com/blog/producing-flexible-behaviours-simulated-environments/
Tukiranka nostotehtäviin (Korea)	https://www.newscientist.com/article/mg22329803-900-robotic-suit-gives-shipyards-workers-super-strength/
Liikkeen suunnittelu robotiikan ratkaistava ongelma	http://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-software/motionplanning-chip-speeds-robots
(Superflex) Pehmeät robottijalat/kävelyavustaja	https://www.technologyreview.com/s/601420/the-elderly-may-toss-their-walkers-for-this-robotic-suit/
Kävelyavustaja pehmeillä keinolihasilla toteutettu	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180110101016.htm
Pehmeä kävelyavustin (voimapuku?)	http://fashnerd.com/2017/01/smart-clothing-sensors-and-artificial-intelligence/
Pieni Minotaur-robotti liikkuu jo jäällä	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/ghost-robotics-minotaur-demonstrates-impressive-new-skills
Robottijalkaproteesit - tukirangan kovettuminen, pehmeneminen	http://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance
Schaft 2-jalkainen robotti	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/shaft-demos-new-bipedal-robot-in-japan
Halvaantuneille etiäisrobottikehoja	https://www.newscientist.com/article/mg23230974-600-paralysed-people-inhabit-distant-robot-bodies-with-thought-alone
2-jalkainen robotti ulkokävely	http://venturebeat.com/2015/08/15/watch-a-boston-dynamics-humanoid-robot-wander-around-outside/
Robottijalat, EksoBionics	http://gizmodo.com/wheelchair-bound-woman-walks-again-with-a-3d-printed-ex-1528719886

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (027)	
Proteesijalassa tuntoaisti	http://europe.newsweek.com/worlds-first-feeling-prosthetic-leg-revealed-328387
Maastossa kävelevä, jousitettu robotti (spring-mass)	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/10/151027132928.htm
Eksoskeleton, joka suurentaa liikeradat	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/931819636935643/
Pehmeät robottijalat Harvardista	http://www.smithsonianmag.com/innovation/this-soft-exosuit-could-help-people-walk-farther-easier-180961893/

2.4.28 Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä (028) ****

Teknologiakorin kohdealue: Auto on kansantalouden arvossa mitattuna liikennevälineistä merkittävin sekä henkilö- että tavaraliikenteessä. Autoja palveleva tie ja katuverkosto lukeutuvat yhteiskuntien suuriin investointeihin. Suomessa on noin kolme miljoonaa autoa, joista pääosa on henkilöliikenteessä olevia yksityisautoja. Yksityisautojen keskimääräinen käyttöaste on 4%. Autojen ohjaamiseen käytetään vuosittain arviolta miljardi tuntia aikaa. Kunnossapidon ja varastoinnin kustannukset ovat nekin huomattavat.

Mikäli ajosuorite kyetään robotisoimaan, vapautuu Suomessa miljardi henkilötuntia muuhun tarkoitukseen. Yhteiskäyttö voi lisääntyä auton siirtyessä itsenäisesti yhdeltä käyttäjältä vapauduttuaan seuraavan luokse. Henkilöliikenne ja tavaraliikenne muuttuvat olennaisesti edullisemmiksi kuljettajakustannuksen poistuessa, ja kaupunkirakennetta voidaan parantaa, kun parkkipaikkatarve vähenee autojen yhteiskäytön lisääntyessä.

Robottiauton kehityksessä mekaaninen ohjaus ei muodosta ongelmaa. Ympäristön reaaliaikainen hahmotus suurella nopeudella tapahtuvassa liikkeessä vaatii sensoritietoa ja laskentaa. Sujuvaan ajamiseen tarvitaan myös tekoäly, joka kykenee ennakoimaan muiden tielläliikkujien toimia. Tämä kaikki on saatava toimimaan luotettavasti erilaisissa tilanteissa ja olosuhteissa.

Kehityksen yleiskuvaus: Robottiauton kehityksessä on kuvattu viisi tasoa. Taso 1 on avustava ajo, josta esimerkkinä parkkiavustus ja kaistavahti. Kuljettaja on toiminnassa selkeästi mukana. Taso 2 tarkoittaa osittaista autonomiaa, jolloin robotti ottaa hoitaakseen esimerkiksi kaasupolkimen ja mukautuu jonon etenemisvauhtiin joko moottoritiellä tai ruuhkassa. Taso 3 on ehdollinen autonomia, jossa robotti ottaa ajamisen kokonaan tehtäväkseen suotuisissa olosuhteissa, mutta ihmisen on oltava valmiina tarttumaan hallintalaitteisiin, mikäli ajotilanne muuttuu. Taso 4 on täysi autonomia oikeissa olosuhteissa. Auto selviää itsenäisesti esimerkiksi tietyllä reitillä tai jossakin lähiössä ja sopivissa keliolosuhteissa. Tähän tasoon voidaan laskea myös letka-ajo, jossa yhtä ihmiskuljettajaa seuraa joukko robottiautoja tämän ihmiskuljettajan valvonnassa. Taso 5 tarkoittaa täyttä, ihmisen kaltaista, kaikkialla ja kaikissa ajo-olosuhteissa toimivaa autonomiaa.

Kehityksen pääpaino on nyt tason 4 ja tason 5 ajossa. Autot liikkuvat valvotuissa kokeiluissa lähes rutiinimaisesti monilla alueilla ja reiteillä. Samanaikaisesti kehitetään ajoneuvojen tarpeisiin 3D-karttatietoa, erilaisia sensoreita ja tekoälyjärjestelmiä, jotta yhä useammat eri

tilanteet saadaan hallittua. Myös lainsäädännön kehitys on aktiivista sekä robottiliikenteen sallimisen että vastuukysymysten osalta. Teknologian ja lainsäädännön lisäksi kehitys on suuntautunut robottiliikenteen mahdollistamiin uusiin liiketoimintamalleihin ja teollisuuden rakennemuutokseen.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Akateemisesti motivoitu tutkimus on jäänyt sivuosaan autoteollisuuden, elektroniikkateollisuuden ja liikennepalveluiden tarjoajien kilpaillessa robottiliikenteessä syntyvien uusien arvoverkkojen avainpaikoista. Muutaman viime vuoden aikana kehitykseen on laskettu investoidun jo yli 80 miljardia dollaria. Akateemisella tutkimuksella on edelleen huomattava merkitys sensorikehityksessä ja tekoälyn vaatiman teknologian kehityksessä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 28																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	20	20	0	3	5	0	10	10	5	10	5	0	10	5	0	5	20	3	3	0	****670

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.45 Robottiauto, joka nousi korkeimpaan ryhmään. Kehityksen kärkeä edusti tuolloin Googlen (Waymo) robottiauto, joka oli ehtinyt ajaa autonomista valvottua ajoa lähes miljoona kilometriä, pääosin maantieajoa. Ajoa avustava tason 1 automaatio oli tullut saataville monien autojen uusiin vuosimalleihin.

Tämän jälkeen on otettu monia selkeitä askeleita ennakoituun suuntaan. Waymo on aloittanut täysin kuljettajattoman palvelukokeilun Phoenixissa. General Motors on ilmoittanut käynnistävänsä autonomisen taksipalvelun vuonna 2019. Sekä Waymon, General Motorsin että Fordin esittämät demonstraatiot robottiautojensa kyvyistä selvitä monimutkaisissa kaupunkiajon tilanteissa ylittävät ratkaisevasti ne yksinkertaiset esimerkit, jotka olivat esillä edellisen raportin julkaisuhetkellä.

Teslan vakiomalliset autot kykenevät nyt tason 3 automatiikkaan ja keräävät tekoälyn tarpeisiin havaintotietoja ajosta. Musk ennakoi autonomisen ajon alkavan vuonna 2018. Lähes kaikki merkittävät autonvalmistajat ovat ilmoittaneet pyrkivänsä saamaan tason 3-5 auton markkinoille 2020-luvun alkupuolella. Useat kehittäjät ovat aloittaneet robottiautojen talvitestauksen.

Robottiliikennekokeilut on sallittu tavallisen liikenteen seassa ja robotisoitua joukkoliikennettä kokeillaan useissa maissa muun liikenteen seassa. General Motors on ilmoittanut, että he ovat saaneet tuotantolinjan valmiiksi, joka kykenee valmistamaan satoja tuhansia robottiautoja vuodessa. Toimituksen alkavat, kunhan he saavat ohjelmiston valmiiksi ja lainsäätäjä hyväksyy autot tieliikenteeseen. GM, Ford ja useat muut autonvalmistajat ovat sopineet Lyftin kanssa yhteisestä rajapinnasta, jolla robottitaksin voi kutsua paikalle.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (028)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Nvidia: uusin prosessori kykenee tason 5 autonomiseen ajoon	https://www.theverge.com/2017/10/10/16449416/nvidia-pegasus-self-driving-car-ai-robotaxi
Waymo aloitti autonomisen tilausliikenteen Phoenixissa	https://www.wired.com/story/waymo-google-arizona-phoenix-driverless-self-driving-cars/
Fordilta car-sharing -robotiauto 2021	https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2016/08/16/ford-targets-fully-autonomous-vehicle-for-ride-sharing-in-2021.html
GM robottiauto taitavasti SF-kaduilla	https://www.driverless.id/news/video-analysis-new-gm-cruise-self-driving-video-shows-more-mastery-sf-roads-time-with-pip-proof-0176178/
Waymo kuljettamaan asiakkaita Phoenixissa autonomisesti	https://medium.com/waymo/with-waymo-in-the-drivers-seat-fully-self-driving-vehicles-can-transform-the-way-we-get-around-75e9622e829a
Kalifornia sallimassa täysin kuljettajattomat autot	http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3816278/Self-driving-cars-let-loose-California-Officials-sign-bill-lets-vehicles-travel-without-human-driver-inside.html
GM v. 2019 kaupalliseen robottitaksitoimintaan	https://www.theverge.com/2017/11/30/16720776/gm-cruise-self-driving-taxi-launch-2019
GM+Lyft Robottitaksit liikenteeseen 2017	http://www.computerworld.com/article/3066929/car-tech/lyft-gm-self-driving-electric-taxi-soon-itbwcw.html
Autonominen sähkörekka liikenteeseen Ruotsissa	https://www.kauppalehti.fi/uutiset/ruotsalaisyhtio-kehitti-ikkunatoman-sahkorekan---toimii-myos-kauko-ohjauksella/CnPguEHV
Robottiautoihin investoitu nyt \$80MRD	http://thehill.com/policy/transportation/355696-driverless-car-investments-top-80-billion
GM robottiautojen sarjatuotantovalmiudessa	https://www.engadget.com/2017/09/11/gm-might-beat-competitors-to-driverless-car-production/
Robottiliikenne ja Here	http://360.here.com/2015/01/05/bmw-unveil-future-driving-ces/
BMW lupaa autonomisen auton 2021	http://nordic.businessinsider.com/bmw-to-rival-mercedes-with-level-5-driverless-car-in-2021-2017-3?r=US&IR=T
Teslan autopilotilla 40% vähemmän onnettomuuksia	http://www.theverge.com/2017/1/19/14326258/teslas-crash-rate-dropped-40-percent-after-autopilot-was-installed-feds-say
19 robottiautokehittäjää, tähtäin 20-luvussa	http://nordic.businessinsider.com/companies-making-driverless-cars-by-2020-2016-10
Robottiautoprosessori - Deep learning	http://www.hpcwire.com/2016/01/06/nvidia-pascal-gpus-coming-to-automotive-supercomputer/
Simulointi robottiliikenteen kapasiteetista	http://www.forbes.com/sites/chunkamui/2014/04/17/mit-and-stanford-researchers-show-robotaxis-could-replace-private-cars-and-public-transit/
Uber tilaa 24 tuhatta robotisoitua Volvoa	https://techcrunch.com/2017/11/20/uber-orders-24000-volvo-xc90s-for-driverless-fleet/
Kiinan Uberia vastaava Didi saanut jo \$19MRD rahoituksen	https://www.wsj.com/articles/chinas-ride-sharing-app-didi-raises-4-billion-in-new-funding-1513820940
Etelä-Koreassa robottitaksi	http://www.uusisuomi.fi/autot/166221-video-nain-saadaan-taksikukienkin-tyot-loppumaan
Autonomista lumessa ajamista testattu Lapissa	https://techcrunch.com/2017/12/15/finnish-autonomous-car-goes-for-a-leisurely-cruise-in-the-driving-snow/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (028)	
GM 500\$ milj. Lyftiin robot-tiautostrategian osana	http://www.wired.com/2016/01/gm-and-lyft-are-building-a-network-of-self-driving-cars/
Uber-Otto -robottirekka tehnyt 1. toimituksensa	https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/
VW investoi 34MRD sähkö- ja robottiajoon vuoteen 2022	https://www.ft.com/content/6ed3b1d2-cbbb-11e7-aa33-c63fdc9b8c6c?segmentid=acee4131-99c2-09d3-a635-873e61754ec6
Robottitraktorit maatalous-töissä	https://www.youtube.com/watch?v=T7Os5Okf3OQ
Robottijakeluauto Nuron prototyyppi julkistettu	https://www.theverge.com/2018/1/30/16936548/nuro-self-driving-delivery-last-mile-google
Baidun 1000 miljardin ske-nario robottiliikenteen ar-vosta	https://seekingalpha.com/article/4103658-driverless-technology-may-give-baidu-120-billion-annual-revenue-2021
Arvio robottiautojen yleis-tymisestä	https://singularityhub.com/2017/02/05/what-happens-when-self-driving-is-as-common-as-cruise-control/

2.4.29 Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet (029) **

Teknologiakorin kohdealue: Autot ovat monissa tilanteissa raskaita ja tilaa vieviä kuljetusvälineitä. Polkupyörä on tavallisin henkilökuljetin auton lisäksi. Kottikärryt tai muut lihasvoimalla vedettävät ja työnnettävät laitteet ovat auton jälkeen lukumääräisesti tavallimpia tavaroiden kuljettimia.

Kävelyä nopeampia ja polkupyörää kätevämpiä tai vaivattomampia kevyitä sähköisiä kuljetusvälineitä on kehitetty runsaasti. Sähköpyörä on niistä yleisin. Julkisilla reiteillä tapahtuvassa tavaroiden kuljetuksessa robottikuljettimet ovat kokeiluasteella. Teollisuuden ja kaupan tavaravirtojen ohjaukseen robotteja on jo käytetty suljetuilla alueilla. Myös armeijat pyrkivät käyttämään uutta teknologiaa logistiikan tarpeisiin.

Kehityksen yleiskuvaus: Akkuteknologian kehitys on avannut ovet sähkökäyttöisille kuljetusvälineille. Tietotekniikan avulla laitteet liikkuvat kätevästi yhdellä tai kahdella pyörällä ja tasapainottavat itsensä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi päällä seisottavan yksipyöräisen ajoneuvon. Se on kannettavissa salkun tavoin joukkoliikennevälineeseen, ja jonka käyttö ei edellytä jonglöörin taitoja. Valmistajia näille yksipyöräisille on useita.

Ensimmäinen yleinen itseään tasapainottava henkilökuljetin on Segway. Sen jälkeen kehitys on edennyt kevyempiin, tehokkaampiin tai istuttaviin laitteisiin. Yksipyöräisten ajoneuvojen lisäksi sähköpyörälaudat, sähköpotkulaudat ja sähkömopot sekä yksipyöräiset moottoripyörät ovat tulleet myyntiin. Monet kevyistä laitteista ovat kokoontaitettavia. Tyypillinen nopeus on 20 kilometriä tunnissa ja käyttöaika kertalatauksella tunnin.

Tavaroiden kuljettimet tunnistavat ja oppivat niille annetun reitin ja kykenevät kulkemaan esimerkiksi jalankulkuväylää pitkin. Prototyyppejä on useita.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kevytliikennevälineitä kehitetään markkinoiden tarpeisiin. Kehityksessä hyödynnetään muista syistä syntyneitä komponentteja, kuten uusimpia akkuja, tutkia, inertialaitteita, lidar-järjestelmiä ja konenäön sovelluksia. Kehityshankkeet eivät ole erityisen laajoja. Siksi asiakastarpeen ja kiinnostuksen motivoima joukkorahoitus on selkeä kehitystä edistävä tekijä. Akateemisen tutkimuksen rooli on vähäinen. Teollisuuden ja kaupan tavaravirtojen ohjailussa roboteilla on kasvava rooli ja tämä motivoi teollisuuden alihankkijoita kehittämään robottikuljettimia.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 29																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	10	5	1	3	0	0	5	3	0	3	3	0	5	0	0	3	5	0	0	0	**184

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaava kohta edellisessä raportissa oli 1- ja 2-pyöräiset henkilö- & tavarankuljettimet ja se sijoittui toiseen ryhmään. Kirjoitushetkellä ensimmäiset yksipyöräiset itsensä tasapainottavat laitteet olivat tulleet markkinoille. Hinta on nyt laskenut silloin ilmoitetusta 1.795 dollarista runsaasti kilpailtuun 300 dollarin tasoon.

Sähköpyörät ovat yleistyneet voimakkaasti ja robotisoituja tavarankuljettimia on ryhdytty kokeilemaan. Suomi on laillistanut ohjattavat sähköistetyt kevytliikennevälineet ja Viro pohtii kevyiden, täysin autonomisten tavarankuljettimien sallimista jalankulkuteillä. Boston Dynamicsin Handle on osoittanut lähes suvereenin kyvyn liikkuu teollisuustiloissa kahdella pyörällä nostaen sekä siirtäen samalla raskaita taakkoja. Handle kykenee myös liikku- maan esteiden yli ja pysymään tasapainossa epätasaisessa ympäristössä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (029)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Handle - 2-pyörärobotti por- taissa ja kantaa tavaroita	https://www.youtube.com/watch?v=-7xvqQeoA8c
Viro laskee jakelurobotit jal- kakäytävälle	https://www.engadget.com/2017/06/15/estonia-welcomes-delivery-robots-to-sidewalks/
2-pyöräinen älykäs tavar- ankuljetin (Piaggio)	https://www.technologyreview.com/s/603558/this-robot-will-carry-your-stuff-and-follow-you-around/
Kuusipyöräinen pieni jakelu- robotti	https://www.youtube.com/watch?v=lzww1UxYdk
Robottiestoskori	http://nextbigfuture.com/2015/11/skype-cofounders-make-ground-delivery.html
Urb-E -sähkömopo	http://techcrunch.com/2014/02/10/urb-e-the-fold-up-electric-scooter-goes-live-on-indiegogo/
Thyssenin kaapeliton hissi kulkee vaaka- ja pystysuo- raan	https://www.facebook.com/FuturismEnergy/videos/168353087046984/
Kevyt sähköajoneuvot lailli- siksi	http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/muutosta-ale-taan-valmistella-kevyet-sahkokulkuneuvot-laillisiksi-liikennekaytossa
Polkupyörään tutka	http://www.techcentral.co.za/sa-made-radar-to-keep-cyclists-safe/50704/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (029)	
Sähköpyörälauta	http://www.dx.com/p/eyu-x1-2-wheel-self-balance-drifting-electric-vehicle-white-black-370426
Robottipallo sotilastestissä	http://www.iflscience.com/technology/meet-guardbot-spherical-amphibious-robot

2.4.30 Nelikopterit ja muut lentävät dronet (030) ****

Teknologiakorin kohdealue: Tavaroita ja mittalaitteita on pitkään siirretty paikasta toiseen erilaisilla ilma-aluksilla. Akkuteknologian ja tietotekniikan kehittyessä kaikenlainen pienimuotoinen siirtely ilmateitse on muuttunut helpommaksi. Moottorit ovat yksinkertaistuneet ja laitteet ovat pienentyneet. Uudet pienet laitteet eivät vaadi lento- tai helikopterikenttiä toimiakseen.

Nelikopterit ja muut sen kaltaiset laitteet voivat nousta ja laskeutua pystysuoraan pieneltä alueelta. Tietokone kykenee pitämään ne tasapainossa ja ohjaamaan niitä toivotulla tavalla. Laitteita voidaan käyttää esimerkiksi kuvaus- ja mittaustehtäviin, tavaroiden kuljetukseen sekä moniin fyysisiin toimenpiteisiin. Henkilöitä kuljettavat ilma-alukset käsitellään korissa 31.

Kehityksen yleiskuvaus: Nelikopterit ja muut robottikopterit ovat melko tuore keksintö. Laitteissa on tavallisesti neljä tai sitä suurempi parillinen määrä vastakkaisiin suuntiin pyörivää potkuria. Tietokone seuraa sensoreiden avulla laitteen tasapainoa ja säätää potkurien pyörimisnopeutta yksilöllisesti tarpeen vaatiessa. Ohjaustoimien avulla valitaan haluttu korkeus, suunta ja nopeus.

Nelikopteri kuluttaa noustessaan ja matkalennossakin melko paljon energiaa kokoonsa nähden. Osa robottilennokeista käyttää matkalennossa siipiä lentokoneiden tavoin. Tällöin niistä käytetään tavallisesti nimitystä drone. Tekniikat ovat yhdisteltävissä. Laitte voi nousta kopterin tavoin ilmaan ja kääntyä ilmassa matkalentoon siipien varaan. Tämän jälkeen potkurit eivät enää työnnä konetta ylöspäin vaan eteenpäin.

Nelikopterikehityksessä huomio ei enää ole sen kyvyssä pysyä ilmassa tai lentää haluttuun suuntaan. Algoritmit siihen ovat varsin kypsiä ja yleisesti saatavilla. Lentoajan ja hyötykuorman kasvattaminen sekä matkalennon hallittavuus eri sääolosuhteissa ovat kehityksen painopisteitä monen kaltaisten sovellusten ohella. Laitteiden vaatima lennonjohto, kuten myös kyky itsenäisesti pysyä määrätyllä reitillä ja ehkäistä törmäyksiä ovat kehityksen alla. Robottiautoissa käytetty elektroniikka ei sellaisenaan sovellu paino- ja tehorojoitteista kärsiviin pieniin lentolaitteisiin.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Nelikoptereita ja droneja kehitetään sekä sotilas- että siviilikäyttöön pääosin kysyntäpohjaisesti. Akateemisen tutkimuksen merkitys on epäsuora akkuteknologian ja konenäön kehityksen kautta. Tarvittavat tuotekehityspanokset ovat verrattain vähäisiä ja muun teknologian saavutusten yhdistelyä. Kehitys voi edetä merkittäväällä tavalla myös startup-yritysten ja joukkorahoitettujen hankkeiden kautta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 30																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	1	20	3	3	0	1	5	1	3	5	3	0	0	5	0	1	10	0	0	0	****427

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.47 Nelikopterit ja se sijoittui toiseen ryhmään. Perusteknologia oli raporttia kirjoitettaessa toimivaa ja laitteita käytettiin jo kuvaustehtävissä. Tämän jälkeinen kehitys on ollut nopeaa erityisesti soveltamisen osalta.

Lainsäädäntöä on useissa maissa muutettu sallivammaksi nelikoptereille ja muille droneille. Pakettien jakelu esimerkiksi Kiinassa on jo laajamittaista. Lukuisia luovia ideoita on testattu. Defibrillaattorin sydänkohtauspotilaan viereen kuljettava nelikopteri, köysisillan rakentava nelikopteri ja aseita kuljettava nelikopteri on kehitetty. Amazon lupaa toimittaa tilatut tavarat kotiin 30 minuutissa tilauksesta, kun saa viranomaiselta luvan palvelun käynnistämiseen. Kokeilu on meneillään Englannissa.

Nelikoptereille on kehitetty hahmot tunnistavia ja reittejä suunnittelevia erityisprosesso-reita autonomista toimintaa varten. Nelikoptereiden on demonstroitu lentävän ongelmitta metsässä ja ihmisten seassa. Nelikoptereita myös käytetään jo maanviljelyn ja metsänhoidon sekä pelastustoimen tehtävissä. Nelikopterien autonomista toimintaa valmistellaan sekä USA:n että EU:n tasolla ja samaan tarkoitukseen kehitetään myös automaattista lennonjohtojärjestelmää.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (030)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
JD.com -nelikopterijakelu jo mittavaa	http://www.caixinglobal.com/2017-04-10/101076281.html
Amazon aloittaa nelikopterijakelun UK:ssa	http://www.csmonitor.com/Technology/2016/0726/Amazon-begins-testing-delivery-drones-in-Britain
Pentagon: parviäly dronehyökkäyksiin	https://www.weforum.org/agenda/2017/01/the-pentagon-is-testing-hundreds-of-miniature-attack-drones
Nokia develops UTM for UAV traffic management	https://unmannedcargopconference.com/drone/nokia-europes-drone-collaborate/
Autonomiset nelikopterit nopeassa kehitysvaiheessa	https://youtu.be/ZIHNM37maK0
Nelikopterit ja muut dronet asekäytössä	https://www.youtube.com/watch?v=9CO6M2Hs0IA
FAA hyväksyi lääkenelikopterin	http://www.ibtimes.co.uk/faa-approves-first-drone-delivery-service-amazon-prime-air-loses-race-medical-supply-firm-flirtey-1511175
FAA vapauttaa droneliikennettä (2016)	http://www.inc.com/yoram-solomon/with-one-rule-the-faa-just-created-an-82-billion-market-and-100000-new-jobs.html
Nelikopteri lentää 2 tuntia polttokennolla	http://www.geek.com/news/drone-can-fly-for-2-hours-thanks-to-hydrogen-fuel-cell-1650724/
Nelikoptereiden valvonta Nasa/Verizon -puhelinmastot	https://wtvox.com/robotics/verizon-and-nasa-are-developing-a-system-to-track-drones/
Nelikopteriregulaatio USA	http://econ.st/1B4ywgh

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (030)	
Monipuolinen maanviljelysrobotti	http://www.american-robotics.com/
Nelikopteri hengenpelastustehtävissä	https://www.good.is/articles/chile-drones-lifeguards
Tarrautuva nelikopteri valvontaan	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/microspines-make-it-easy-for-drones-to-perch-on-walls-and-ceilings
Amazonin nelikopterista hybridi	http://techcrunch.com/2015/11/29/amazon-shows-off-new-prime-air-drone-with-hybrid-design/
Google nelikopterijakeluun 2017	http://myfox8.com/2015/11/28/google-x-hopes-to-launch-drone-deliveries-by-2017/
EU-RPAS (drone) regulointi	https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NPA%202014-09.pdf
Mersun jakeluvisionauto + drone lähijakeluun	https://qz.com/879605/mercedes-made-a-crazy-van-with-built-in-drones-and-robot-arms-to-deliver-the-packages-of-tomorrow/
Nelikopterimetsitys - hinta 15% nykyisestä	http://www.iflscience.com/environment/drones-take-reforestation-new-heights/
Pienet, autonomiset salamurhaajadronet	https://www.themaven.net/mishtalk/economics/micro-assassination-drones-fit-in-your-hand-lcoMKId1qUeR4hKnf11x9w
Rumble Tools julkaisi lentäviä työrobotteja	http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/suomalaisinnovaatio-maailmanvalloitukseen-lentavia-robotteja-kohta-muurarin-apupoi- kana-ja-kauppahalleissa/6143508
Aseistettu nelikopteri	http://www.ibtimes.co.uk/drone-shoots-handgun-while-flying-alarming-video-raises-safety-concerns-1511294
Nelikopterit maataloudessa	http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-16/what-the-french-know-about-drones-that-americans-don-t
BVLOS-rahtidrone Hangosta Haapsaluun	https://www.hanko.fi/ajankohtaista/ajankohtaista/miehittamaton_ilmaluento_hangosta_haapsaluun_16.8..8870.news?7_o=60
Nelikopterijakelu WallMart	http://in.reuters.com/article/2015/10/27/wal-mart-stores-drones-idINKCN0SLOB120151027
Nelikopterien regulointi-Trafi	http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/3174/miehittamattomille_ilmaluksille_erittain_liberaalia_saantelya
Robottilentorahtijärjestelmä PUCA suunnitteilla	http://www.platformuca.org/
Rynnäkkökivääri toimii nelikopterissa oikealla ripustuksella	http://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/yritykset/rynnakkokivääri-saatiin-toimimaan-kauko-ohjattavassa-pienlennokissa-aseyh-tio-ratkaisi-rekyyliongelman-6668482
Feston robottilintu	http://www.ted.com/talks/a_robot_that_flies_like_a_bird.html
Nelikopteriturheilua	https://www.facebook.com/nrkivsstil/videos/10154044139728619/
Nelikopterilautailua lumella	https://www.facebook.com/verge/videos/1031743590195317/?fref=nf
Nelikopteridefibrillaattori	https://www.facebook.com/stjohnfirstaid/videos/857910784251727/
Nelikopteri valvoo USAssa junaradan kuntoa	https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-29/buffett-s-167-year-old-railroad-tests-skies-for-the-drone-age
Vetykäyttöinen nelikopteri pysyy 4 tuntia ilmassa	https://edgylabs.com/hydrogen-powered-drone-hycopter-flight-4-hours

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (030)	
Nelikopteriyhtiö tavaranjake-luun	http://flirtey.com/
Microfilament drone 24/7 lento 150m korkeudessa	http://phys.org/news/2015-11-parc-limit-flight-microfilament.html
Nelikopteri siirtyy aerodynaamiseen lentoon	https://www.youtube.com/watch?v=kXql26sF5uc

2.4.31 Kevyet henkilölennättimet (031) *

Teknologiakorin kohdealue: Ihminen on antiikin ajoista alkaen haaveillut siirtyvänsä paikasta toiseen lentäen. Lentäminen on yleistynyt, mutta lyhyiden arkisten matkojen kulkemista ilmateitse lentokoneet ja helikopterit eivät mahdollista. Helikopterin vaikeus ja vaarallisuus sekä lentokoneiden tarvitsema kiitotie ja toiminnan runsas byrokratia ovat esimerkkejä esteistä.

Akkuteknologian ja tietotekniikan kehitys avaavat mahdollisuuksia kevyille, ihmisiä lennättäville autonomisille laitteille. Nelikoptereista ja droneista opitulla tavalla laite voi lentää itse itseään siten, ettei lentotaitoista lentäjää tarvitse kuljettaa matkustajan lisäksi. Tässä korissa käsitellään kevyet, pääosin yhden ihmisen ilmakuljetukseen tarkoitetut laitteet.

Kehityksen yleiskuvaus: Materiaalitekniikan avulla saadaan ilma-aluksen kori hyvin kevyeksi. Voimanlähteeksi on kehitetty paino-tehosuhteeltaan hyvää Wankel-moottoria sekä kevyitä, tehokkaita akkuja ja sähkömoottoreita.

Sähkötoimisissa koneissa akkuteknologian kehitys on avainasemassa. Lentolaitteiden maassa vaatima tila ja siirtyminen säilytystilasta paikkaan, jossa ne voivat nousta ilmaan on prototyypeissä ratkaistu monin eri tavoin. Useimmat kehittäjät ovat valinneet pystysuoran nousun helikopterin tavoin. Osa kehittäjistä jatkaa roottoreiden varassa ja osa siirtyy vaakalentoon.

Suunnitteluratkaisut vaikuttavat olennaisesti lentonopeuteen ja lentoaikaan. Roottoreiden koko ja suojaus esimerkiksi vaihtelevat. Pienet, suojatut roottorit ovat turvallisia lähellä olevien ihmisten kannalta, jolloin nousu- ja laskeutuminen vaativat vähemmän turvatoimia. Ne toisaalta vaativat suuremman tehon ilmaan noustessa. Suojatun matkustamotilan lisäksi on harrastemielessä kehitetty rullalautaa tai sähköpyörää muistuttavia laitteita.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Henkilölennättimien kehitys on laajentunut startup-rahoitetusta toiminnasta suurten ilmailualan yritysten ja taksirytysten piiriin. Kehityksen rahoitus on aiemmasta moninkertaistunut. Olennaista akateemista tutkimusta ei aihealueeseen vaikuta liittyvän.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 31																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	5	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	3	0	0	0	1	3	1	0	0	*80

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.48 FlyNano ja muut kevytlentokoneet. Se sijoittui neljanteen ryhmään. Suomalaisen sähkölentokoneen, FlyNanon tuotanto on nyt aloitettu. Laite painaa 70kg, kantaa lentäjänsä ja nousee sekä laskeutuu veteen. Toinen raportissa mainittu yritys ja alueen pioneeri, wankelmoottoreita käyttävä Moller hakee edelleen rahoitusta koneensa tuotantoon.

Uusien yritysten prototyypit toimivat sähkömoottoreilla. Airbus testaa lentävää autoaan Vahanaa. Saksalainen Lilium on myös ensilentonsa suorittanut ja tavoitteena on 300km matkaetäisyys. Muita prototyyppejä ovat mm. Hirabo Bit, Joby, SureFly ja eHang. Uber on julkistanut tavoitteekseen käynnistää kuluttajahintaisen lentotaksitoiminnan vuonna 2020 useissa eri kaupungeissa käyttäen robottikoptereita.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (031)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Uber: lentoautotaksien kannattavuusarvio	https://www.uber.com/info/elevate/summit/
Bloomberg: katsaus lentävien autojen kehitykseen	http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-06-09/welcome-to-larry-page-s-secret-flying-car-factories
Lilium-lentoauton testilento Saksassa	http://www.theverge.com/2017/4/20/15369850/lilium-jet-flying-car-first-flight-vtol-aviation-munich
Dubai Autonomous Transport Strategy	https://www.linkedin.com/in/mohammedbinrashid
Airbus testaa lentävää autoa 2017 (Vahana)	https://www.fastcompany.com/3067669/exclusive/airbus-is-about-to-build-a-self-flying-electric-robo-taxi/1
SureFly nelikopteri ihmisille, tunnin lentoaika, testiin 2017	https://www.facebook.com/businessinsider/videos/10154850271619071/
Lentävät autot Uberin tavoitteeksi	https://www.wired.com/2016/10/uber-flying-cars-elevate-plan/
Dubai kokeilemaan lentävää autoa liikenteessä	http://www.bbc.com/news/technology-38967235
Intel ja Toyota rahoittamaan Joby-lentotaksia	https://www.digitaltrends.com/cool-tech/electric-flying-taxi-joby-aviation/
Liliumin testilennon video	https://www.google.fi/amp/s/techcrunch.com/2017/04/20/watch-liliums-successful-test-flight-of-the-worlds-first-electric-vtol-jet/amp/
VTOL-kevytlentokone Joby	http://www.jobyaviation.com/S2/
Uberin robottilentotaksit Dubai, LA, Dallas v. 2020	https://www.engadget.com/2017/11/08/uber-works-with-nasa-to-get-flying-taxis-ready-for-2020/
Henkilökopteri Hirobo Bit	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851170468333894/
Larry Page sijoittaa lentäviin autoihin	https://www.vox.com/new-money/2016/12/30/14105960/flying-car-future-explained
Zapata Ezfly, kaupallinen lentolauta, lentoaika 3min	https://newatlas.com/zapata-ezfly-flying-segway/53044/
Hoverboard -lentoaika 10 minuuttia	http://zapata-racing.com/flyboardair-en/

2.4.32 Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet (032) **

Teknologiakorin kohdealue: On monia syitä, miksi ilma-alusten tulisi pysyä ilmassa pitkään ja tulla toimeen vähällä energialla. Etäisyydet saattavat olla pitkiä tai koneiden kantamia laitteita, esimerkiksi mitta- ja tietoliikennelaitteita tarvitaan ilmassa pitkäaikaisesti.

Pitkäkestoinen lento voidaan saavuttaa ilmakehässä kevyillä, laajoilla siipirakenteilla ja onnistuneella ilmapvirtausten hyväksikäytöllä. Ilmaa kevyemmät rakenteet, kuten vety- tai heliumtäytteiset pallot ovat myös käytetty keino. Kevyet aurinkopaneelit saattavat auttaa ilma-alusta keräämään lennon pitkittämiseen tarvittavaa energiaa lennon aikana.

Kehityksen yleiskuvaus: Kevyet lujat rakenteet, ohutkalvoihin perustuvat tehokkaat aurinkopaneelit, kevyet sähkömoottorit ja kevyet suurikapasiteettiset akut ovat keinoja, joilla pisimpiä lentoaikoja tavoitellaan. Tällainen kone voisi pysyä jatkuvasti ilmassa tarvitsematta laskeutua maahan muutoin kuin huoltotöitä tai lastin vaihtoa varten. Jatkuva lento kiinnostaa erityisesti tietoliikenteen ja ilma-avunnon vuoksi, joissa tehtävissä nykyiset ratkaisut ovat eri tavoin puutteellisia.

Sadan vuoden takaiset ja sitä hieman nuoremmat ilmalaivat ovat saamassa modernit vastineensa. Materiaalitekniologia tuottaa yhä lujempia kevyitä rakenteita ja toisaalta yhä tiiviimpiä lujia pintamateriaaleja. Aurinkopaneelit, akut ja sähkömoottorit kehittyvät nekin omilla tahoillaan.

Ilmalaiva pyritään toteuttamaan siten, että heliumia kuluu mahdollisimman vähän tai vedyn turvallisuus varmistetaan. Nousu ja lasku tulisi tällöin hoitaa kaasunpaineen vaihtelulla, kaasua poistamatta. Tämä ratkaisu synnyttäisi monille lasteille hyvin energiatehokkaan kuljetusmuodon.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Jatkuvasti ilmassa pysyvien alusten kehitystä motivoivat tietoliikenteen ja sotilasteknologian sekä logistiikan haasteet. Akateeminen mielenkiinto aihealueeseen vaikuttaa vähäiseltä, mutta epäsuora hyöty akateemisesta tutkimuksesta on suuri.

Arvonluontiverkostovaiikutukset, kori 32																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	1	0	0	10	0	0	5	0	0	0	**148

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.52 Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet ja se nousi toiseksi korkeimpaan ryhmään. Kirjoitushetkellä miehitetty aurinkopaneelilentokone Solar Impulse oli edistyksellisin laite. Tavoitteen saavuttamisessa on edetty ja monet tahot, mm. Google ja Facebook ovat investoineet kehitykseen merkittävästi. Googlen on kuitenkin lakkauttanut Titan -hankkeensa ensilennon epäonnistuttua. Facebookin vastaavan prototyypin lento onnistui ja hanketta on laajennettu projekti Aquila -nimellä.

Ilmapalloja on kehitetty tarkoituksena saada internet-yhteys niillekin alueille, joilla tukiasemia ei erilaisista syistä johtuen ole. Googlen Loon -pallot ohjautuvat tekoälyn avulla ilmavirtauksissa ja hanketta on laajennettu. Lockheed ja useat muut tahot ovat kehittäneet moderneja ilmalaivoja, jotka sopivat merkittävien kuormien siirtoon. Lockheedin ilmalai-
van koelento on suunnitteilla vuonna 2018. Rahtikapasiteetti on yli 20 tonnia ja nopeus 70 mailia tunnissa. Matkaetäisyys yhdellä tankkauksella on maapallon ympäri.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (032)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Ilmalaiva rahtikäyttöön Lock- heedilta	http://hybridhe.com/
Facebook-tukiasemalennokin koelento onnistui	https://www.facebook.com/facebook/videos/10154835146021729/
Aurinkolentokone maailman ympäri	http://www.solarimpulse.com/
Sunstar Hale PV-lentokone ke- hitteillä	http://www.solar-flight.com/projects/sunseeker-duo/
Aurinkolentokone 81h lento	http://www.suasnews.com/2015/07/37499/solar-powered-81-hours-flight-successful-a-new-endurance-world-record/
Aquila kehittyy, FB:n ilmake- häsatelliittijärjestelmä	https://code.facebook.com/posts/348442828901047/aquila-what-s-next-for-high-altitude-connectivity-/
Lockheed: Hybrid airship il- maan v. 2018	https://www.circa.com/story/2017/09/18/science/lockheed-martins-hybrid-airship-is-taking-off-next-year-we-got-a-sneak-peak
Ilmakehäsatelliittilentokone So- lara testeissä (Skybender)	http://www.theguardian.com/technology/2016/jan/29/project-skybender-google-drone-tests-internet-spaceport-virgin-galactic
Google Loon Intiaan	http://fossbytes.com/googles-project-loon-gets-indian-govt-in-principle-nod/
Google Loon maapallon ympäri 22 päivässä	http://www.techtimes.com/articles/5216/20140405/googles-loon-balloon-circles-globe-in-just-22-days-internet-for-all-remains-goal.htm
PWC: 500M köyhyydestä leiju- villa internet-tukiasemilla	https://www.theguardian.com/technology/2016/may/17/connecting-everyone-to-internet-global-economy-poverty
Drone ilmassa vuorokauden au- rinkoenergialla	http://youtu.be/rMkPjBf6dNQ
Leijuvia dronekantoaluksia Darpa	http://sploid.gizmodo.com/call-the-avengers-the-pentagon-wants-to-make-helicarri-1656968348
24h hybrididrone Aistrato	http://nextbigfuture.com/2015/12/stratospheric-solar-electric-and-hybrid.html

2.4.33 Radikaali vesiliikenne (033) **

Teknologiakorin kohdealue: Vesillä liikkumisen haasteet ovat osin samoja kuin maalla liikkumisen. Navigointi vesiliikenteessä vaatii vielä enemmän paikantamista ja ympäristön tuntemusta kuin maaliikenteessä. Robottiauton tapaiset tekniikat auttavat vähentämään henkilösidonaisuutta.

Aluksen syvyykseen ja pintamuotoihin kyetään vaikuttamaan uusien teknologioiden avulla. Syväys määrää energiankulutuksen laivan syrjäyttäessään vettä. Energian kulutus riippuu laivan ja lastin painosta, rungon mallista, pintarakenteesta ja muodoista sekä etenemisnopeudesta.

Sisävesillä vapaan kulkuveden syväys määrää ratkaisevammin laivan tehokkuuden kuin meriliikenteessä. Sisävesiliikenteen taloudellisuus ja sen kehittäminen maantieliikenteen korvaajaksi riippuvat lastaus ja purkumahdollisuuksista, laivan automaattisista kiinnityksistä niin laituriiin kuin sulkuihin, sekä painolastin erityisvaatimuksista sisävesillä ja jääajoissa. Myös vapaa alikulkukorkeus(sillat) on sisävesiolosuhteissa rajoitettu.

Kehityksen yleiskuvaus: Laivakokojen kasvun takia Euroopan valtameren puoleisista satamista on tullut liikenteen hubeja myös Itämeren alueelle.

Laivoja kehitetään itseohjautuviksi ja laivojen rakenteita pyritään keventämään. Koska laivojen ympäristö etenkin valtamerillä ei tarjoa paikannuksen kannalta olennaisia tietoja, nojautuu paikannus satelliittitietoihin sekä tietoihin laivan aiemmista liikkeistä ja suunnasta. Rannikoilla täydentävän mahdollisuuden paikannukseen tarjoavat pohjaa kartoittavat kaikuluotaimet sekä havainnot rantaviivasta tai radiomajakoista.

Paikan lisäksi autonominen alus tarvitsee tiedot ja havainnot muusta vesiliikenteestä sekä kartoitetuista reiteistä. Muutoin vesiliikenne olisi yksinkertaisemmin automatisoitavissa kuin esimerkiksi autoilu, mutta sijaintitiedon varmistaminen on vaikeaa, jos satelliittitietoja väärennetään.

Miehittämättömistä aluksista ja etenkin sähköllä käyvistä aluksista voidaan jättää monia kalliita rakenteita pois. Tämän ansiosta niihin saadaan enemmän rahtia. Miehistökustannusten poisjäänti helpottaa myös nopeuden alentamista, joka säästää huomattavasti energiaa.

Miehittämätön alus ei ole kovin altis merirosvoukselle. Aurinkoenergialla toimiva autonominen alus voi tutkia meren olosuhteita tai kerätä muoviroskaa aiheuttamatta käytännössä muita kuin pääomakustannuksia.

Laivojen runkomateriaalit voidaan muuttaa kevyemmiksi ja jopa kelluviksi. Tämä auttaa erityisesti sisävesillä, jossa sallitut syvyykset eivät ole suuria. Kevyempään alukseen saadaan suurempi kuorma tai se saadaan reiteille, joihin muut alukset eivät pääse tehokkaasti liikennöimään. Uudet komposiittimateriaalit, kuten alumiinivaahdoteräs, mahdollistavat hyvin kevyet runkorakenteet.

Sisävesien henkilöliikenteeseen kehittynyt kantosiipiteknikka (foiling) vähentää olennaisesti nopeaan vesillä liikkumiseen vaadittavaa energiaa ja vähentää aallonmuodostusta. Tietotekniikan kehitys auttaa kantosiipien optimoinnissa ja jatkuvassa asennon säätämisessä. Meriliikenteessä energiatehokkuuteen vaikuttavat myös purjeet, aurinkopaneelit ja tuulimyllyt sekä leijaenergia, joita kaikkia kehitetään.

Sisävesiliikenteen avulla maantieliikenteen korvaaminen edellyttää konventionaalisten laivojen tekniikan muuttamista ja logistiikkarakenteen kehittämistä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Vesiliikenteen kehitys ei ole akateemisesti aktiivinen alue. Meriliikenteen kehitys tapahtuu pääosin yritysten ja kaupallisten tutkimuslaitosten toimesta ja meriliikennettä harjoittavien yritysten tarpeisiin. Joukkorahoituksella ja startup-rahoituksella voi olla merkitystä pienten robotisoitujen alusten kehitykseen. EU pyrkii suosimaan maanteliikenteen korvaamista raide- ja sisävesiliikenteellä, joten yhteiskunnallinen motiivi on olemassa ainakin julkilausuttuna.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 33																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	3	5	0	0	3	1	1	1	1	3	1	0	0	1	0	3	3	0	0	0	**130

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Katteoria on uusi ja otettu mukaan nopean kehityksen vuoksi. Edellisen raportin jälkeen Rolls Royce ja VTT ovat esitelleet miehittämättömän laivaliikenteen hyötyjä, kehitysnäkymiä ja edistysaskeleita sekä julkaisseen robotialusten valkoisen paperin.

Kevyempiä laivarakenteita on hyväksytty määräyksiin, Yara on ryhtynyt rakentamaan miehittämättömää valtamerialusta, miehittämättömiä losseja on kehitetty ja ultrakevyt sisävesialus esiteltä. Sea orbiter on joukkorahoitettu. Kyse on valtamerillä hitaasti liikkuvasta tutkimusasemasta, joka tuottaa oman energiansa ja ravintonsa. Foiling leviää uutena kantosiipteknikkana mahdollistaen purjelautoille, purjeverneille ja muille vesialuksille huomattavan suuren nopeuden ja energiatehokkuuden.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (033)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Foiling-purjehdus	http://edition.cnn.com/videos/tv/2015/03/11/spc-mainsail-design-special-a.cnn
Sähköiset autonomiset rahtilautat kavanaliikenteeseen 2018	https://www.theguardian.com/environment/2018/jan/24/worlds-first-electric-container-barges-to-sail-from-european-ports-this-summer
Ultrakevyt sisävesialus ei vaadi syviä väyliä	http://docplayer.fi/3182488-Biolaivat-ky-uutta-suomalaista-innovaatiivista-varustamotoimintaa.html
RR: Robottilaiva kehitteillä Suomessa	https://www.youtube.com/watch?v=vg0A9Ve7SxE&feature=youtu.be
Yaran autonominen sähkötoiminen konttialus	https://www.wsj.com/articles/norway-takes-lead-in-race-to-build-autonomous-cargo-ships-1500721202
SeaOrbiter joukkorahoitettu, rakentaminen alkaa	http://inhabitat.com/the-seaorbiter-futuristic-marine-research-vessel-reaches-crowdfunding-goal-nears-construction-start/
RR&VTT Robottialusten "white paper"	http://www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/services/ship-intelligence/remote-and-autonomous-operations.aspx
Kevyemmän laivarakenteet määräyksiin	http://www.e-lass.eu/

2.4.34 Hyperloop ja muu tunnelitekniikka (034) **

Teknologiakorin kohdealue: Matkat kaupunkikeskustojen välillä tai kaupunkien läpi ovat usein hankalia. Lentokentät sijaitsevat etäällä ja lentotoiminta on kankeaa. Junien aikataulusidonnaisuus vaikeuttaa matkoja, vaikka junat saapuvatkin tavallisesti kaupunkien keskustoihin. Maantieliikenne on usein hidasta ja ruuhkaista.

Liikenteen nopeutta voidaan lisätä putkeen sijoitetuilla magneettisesti leijuvilla kelkoilla ja sukkuloilla. Matka-aikojen lyhentäminen seitsemään minuuttiin kaupunkikeskustojen välillä jokaista sataa kilometriä kohden vaikuttaa mahdolliselta. Satojen kilometrien etäisyydellä toisistaan olevat kaupungit muuttuisivat yhtenäiseksi asiointi- ja työssäkäyntialueeksi.

Kehityksen yleiskuvaus: Huippunopeissa Maglev-junissa on jo pitkään käytetty magneettista levitaatiota pyörien sijaan. Magneetit on saatu aikaan suprajohteilla ja teknologia on ollut sekä kallista että vaativaa. Magneettiset materiaalit ovat nyt kehittyneet ja niitä on opittu käyttämään paremmin.

Passiivinen maglev tarkoittaa tekniikkaa, jossa kestopagneetit on radan sijaan asetettu liikkuvaan sukkulaan tai kelkkaan siten, että ne aikaansaavat ohi kulkiessaan rataa kiinnityksissä käämeissä sähkövirran ja vastakkaisen magneettisen voiman. Radassa ei siis tarvita magneetteja vaan ainoastaan käämejä. Liikkuva kelkka nousee radan päälle ja etenee ilman kitkaa.

Kun kelkka tai sukkula sijoitetaan putkeen, ei tarvitse huolehtia putken ulkopuolisen ympäristön häiriötekijöistä. Putki voidaan tyhjentää ilmasta siten, että vastus vähenee. Laite saadaan liikkeelle magneettien avulla ja magneettijarrutuksella suurin osa liike-energiasta palautuu. Arvion mukaan tekniikalla voidaan saavuttaa lähes äänen nopeus, mutta moninkertaiseen äänen nopeuteen tähtääviäkin hankkeita on esitetty.

Lyhyitä koeratoja on valmiina ja pidempiä suunnitellaan. Teknologiaa kehittäviä yhtiöitä on useita ja hankkeista kiinnostuneita valtiollisia toimijoita on monissa maissa. Kyse ei ole ainoastaan henkilöliikenteestä. Teknologian avulla nähdään esimerkiksi mahdolliseksi siirtää satamat ja terminaalit kaupunkien arvokkailta ranta-alueilta kauemmas. Satama voisi sijaita merellä ja hyperloopin siihen yhdistämä terminaalit syvällä mantereen puolella.

Tavaraliikenteen ohella kehitetään lisäksi henkilöautojen siirtämistä samankaltaisilla magneettikelkoilla kaupunkien alla. Nopeus tunnelissa, normaalissa ilmanpaineessa, voisi kehittäjän arvion mukaan olla 200km/h.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Hyperloop on edennyt startup-rahoituksen turvin käytännön kokeiluihin. Tutkijayhteisöt ja aiheesta kiinnostuneet insinöörit ovat osallistuneet ideoiden ja simulaatioiden kehittelyyn hyvin laajasti. Suuret potentiaaliset käyttäjäorganisaatiot valtioista kaupunkien ja liikennepalveluita tarjoaviin yhtiöihin ovat osallistuneet rahoitukseen.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 34																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	10	5	0	0	0	0	10	3	0	0	3	0	0	0	0	1	3	3	3	5	**184

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.49 Tyhjösukkula ja se sijoittui neljanteen ryhmään. Raportin kirjoitusvaiheessa Elon Musk oli juuri julkaissut Hyperloopia kuvaavan tekstinsä, joka käynnisti kehityksen nykyisen nopean vaiheen. Tämän jälkeen perustettiin useita yrityksiä kehittämään käytännön tuotteita. Näistä Hyperloop One on edennyt pisimmälle.

Lähes kilometrin mittaisella testiradalla on saavutettu 310km/h nopeus ja täyden nopeuden saavuttamisen Hyperloop One arvioi vaativat kahden kilometrin mittaisen testiradan. Yhtiö on tehnyt useita esisopimuksia kokeiluista ja käytännön toteutuksista mm. Dubain hallinnon kanssa. Yhtiö on sopinut strategisen liittouman Richard Bransonin Virgin -yhtiön kanssa ja on nyt yksi Virgin -yhtiöistä.

Elon Muskin yhtiöt ovat aktivoituneet tunneleiden kaivamisessa ja koeratoja on suunnitella sekä autojen nopeisiin kelkkakuljetuksiin kaupunkien läpi että Hyperloop-yhteyden toteuttamiseen amerikkalaisten suurkaupunkien välillä. Myös HTT tekee aktiivisesti selvitystyötä hankkeiden käynnistämiseksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (034)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Boring Company - tunnelikelkat esitely	https://www.facebook.com/techinsider/videos/750382231826802/
Hyperloop One 1. POD-testi onnistunut, 310km/h	https://www.engadget.com/2017/08/02/hyperloop-one-first-pod-xp1-test/
KPMG: Hyperloop Helsinki-Tukholma kannattava	http://gizmodo.com/hyperloop-connecting-helsinki-and-stockholm-turns-300-m-1783135650
Passiivinen maglev - magneetit vain vaunussa	https://web.archive.org/web/20050309204941/http://www.skyt-ran.net/press/sciam02.htm
Boring Co. tarjonnut nopean loop-lentokenttäyhteyden	https://www.engadget.com/2017/11/30/elon-musk-boring-company-chicago-airport-transit/
Abu Dhabin ja Dubain välille jo 2 hyperloophanketta	http://mobile.reuters.com/article/idUSKBN1411AI
Hyperloop One osaksi Virgin-yhtiötä, Branson hallitukseen	https://hyperloop-one.com/introducing-virgin-hyperloop-one
Hyperloop Helsingistä Tukholmaan?	http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/junalla-helsingista-tukholmaan-tulevaisuuden-junafirma-kiinnostui-tunneli-hankkeesta/5573288
Boring Company - tunnelidemonstratio	http://insideevs.com/elon-musk-reveals-electric-sled-boring-company-tunnel/
Hyperloop esisopimuksiin Suomen, Alankomaiden ja Dubain kanssa	http://www.cnn.com/2016/11/10/hyperloop-one-finland-netherlands-dubai-setting-up-high-speed-transport-system.html
SpaceX-hyperloop-kisan 1. vaihe	http://hyperloop.tamu.edu/news-release-january-30-2016/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (034)	
Slovakian Hyperloop-hanke	http://www.engadget.com/2016/03/10/hyperloop-transportation-technologies-slovakia-contract/
Kiinalainen suunnitelma 4.000km/h hyperloopista	http://shanghaiist.com/2017/08/30/hyperloop.php
HTT valmistaa 1. tilatun Hyperloop-podin	https://techcrunch.com/2017/03/21/hyperloop-transportation-technologies-starts-building-its-first-full-size-passenger-pod/

2.4.35 Avaruuden helpompi saavuttaminen (035) ***

Teknologiakorin kohdealue: Avaruus on aina herättänyt ihmisessä kiinnostusta ja ihmetystä. Aluksi avaruuteen pyrittiin uteliaisuuden tyydyttämiseksi. Rationaaliset motiivit ovat astuneet kuvaan myöhemmin. Avaruuden tutkimus on tuottanut hyvän mannertenvälisiin ohjuksiin, teflonin kaltaisiin materiaaleihin ja moniin muihin edistysaskeleisiin.

Avaruustutkimus tuottaa monia välittömiä hyötyjä. Maata kiertävät satelliitit välittävät tietoliikennettä. Niistä voidaan seurata sekä asteroidien että komeettojen rataa ja mitata maanpinnan ja ilmakehän ilmiöitä. Painottomassa tilassa ja tyhjiössä voidaan valmistaa materiaalisia rakenteita, joiden valmistus maan pinnalla on joko mahdotonta tai olennaisesti vaikeampaa.

Lähiavaruudessa on paljon asteroideja ja meteoroideja, joista osa olisi mittaamattoman arvokkaita maan päälle saatuna niiden sisältämien harvinaisten metallien vuoksi. Avaruudessa voidaan tuottaa jatkuvasti aurinkoenergiaa ja turistikohteena se on huomattava elämysmatka. Avaruuden kautta, ilmakehä ylittämällä, voidaan myös matkustaa nopeasti paikasta toiseen.

Kehityksen yleiskuvaus: Avaruuteen pääsy on toistaiseksi vaatinut kolmivaiheraketteja, joissa tarvitaan suunnaton määrä polttoainetta kohtuullisen vähäisen hyötykuorman saamiseksi kiertoradalle tai ulkoavaruuteen. Rakettien suurimmat osat, kantoraketin vaiheet, on hylätty käytön jälkeen ja ne ovat tuhoutuneet maahan palatessaan. Merkittävä kehitystyö on viime aikoina kohdistunut polttoaineiden tehostamiseen ja siihen, että kantoraketit voi käyttää uudelleen. Rakettien laukaisualustoiksi on myös pyritty kehittämään ilmakehän yläosiin nousevia lentokoneita.

Satelliitteja kehitetään yhä pienempään ja kevyempään kokoon. Niiden mittoja on myös vakioitu, jotta eri kehittäjien satelliitit mahtuisivat tehokkaasti kuljetuspalveluita tarjoavien yritysten raketteihin. Satelliittien kulkuun avaruudessa on pyritty kehittämään uusia voimanlähteitä, kuten aurinkopurjeita ja kvanttitasen ilmiöihin perustuvia moottoreita. Myös kantorakettien tehokkuutta on parannettu uusilla moottoriratkaisuilla.

Jo kauan on ajateltu, ettei raketti ole ainoa keino avaruuteen pääsemiseksi. Kiertoradalla oleva meteoriitti voisi toimia vastapainona, josta laskettu köysi voisi toimia hissinä. Hissi

voisi ulottua geostationariselta radalta yläilmakehän rajalle tai maahan saakka. Materiaalitekniikka tuntee jo aineita, joilla riittävän lujan köyden teoriassa saa valmistettua, mutta toistaiseksi näitä avaruushissejä suunnitellaan ainoastaan konseptitasolla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Raketteja on toisesta maailmansodasta alkaen kehitetty sotilaallisiin tarkoituksiin. Avaruustutkimus on sittemmin kaupallistunut tietoliikennetarpeiden vuoksi. Kaupallistumista on vauhdittanut Nasan päätös ulkoistaa tutkimustoimintansa tarvitsemia avaruusmatkoja kaupallisille alihankkijoille. Sekä perinteiset jättiyhtiöt että uudet riskirahoitetut yhtiöt panostavat avaruuden helpompaan saavutettavuuteen. Kaupalliset lyhyen ja pitkän tähtäimen hyödyt, avaruusintoilu ja akateeminen tutkimus ovat kaikki tärkeässä roolissa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 35																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	0	0	1	0	0	5	1	5	5	3	3	0	0	3	0	1	1	1	3	1	***198

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.51 Cube-sat-nanosatelliitit ja muu avaruuden helpompi saavuttaminen. Se sijoittui kolmanteen ryhmään. Nanosatelliiteille oli luotu standardi kaupallista lähetystoimintaa sujuvoittamaan. Uusi kaupallinen toimija, Space X oli vuonna 2012 toimittanut ensimmäiset kuormansa kansainväliselle avaruusasemalle. Raportin jälkeen Space X ryhtyi testaamaan kantoraketin laskeutumista ja käyttää nyt lennoissaan samoja kantoraketteja uudelleen.

Useat muutkin asiat ovat edenneet. Rakettimoottoreita ja raketin hiilikuituisia runkoja on 3D-tulostettu. Ramjet- ja ionimoottoreita on testattu. Bransonin Virgin-yhtiöt on liittynyt avaruuskilpailuun. Useat toimijat suunnittelevat tuhansien tietoliikennesatelliittien laukaisua. Nanosatelliitteihin kehitetään WiFi-yhteyksiä. Avaruuden ja maan välille testataan myös THz-yhteyksiä. Mullistava materiaton EM Drive on saanut tieteellistä vahvistusta, mutta ei kiistatonta todistusta. Konseptitasolla puhutaan puolen tunnin matka-ajoista maapallon eri puolille avaruuden kautta. Matkaa Marsiin suunnitellaan useilla tahoilla vakavasti.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (035)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Ionimoottori kevyisiin lentokoneisiin	http://newsoffice.mit.edu/2013/ionic-thrusters-0403
SpaceX-kantoraketin laskeutuminen onnistuu	http://www.space.com/32525-president-obama-hails-spacex-rocket-landing.html
Falcon Heavy: Tesla asteroidivyöhykkeelle	https://www.nytimes.com/2018/02/06/science/falcon-heavy-spacex-launch.html
Rocket Lab -3D-tulostettu hiilikuituraketti, lasti 150kg	https://www.rocketlabusa.com
Bank of America: 30 vuodessa avaruusteollisuus \$3.000MRD	https://www.cnbc.com/2017/10/31/the-space-industry-will-be-worth-nearly-3-trillion-in-30-years-bank-of-america-predicts.html
Lunar Xprize, viisi kuuhun 2017	http://www.theverge.com/2017/1/24/14360574/google-lunar-x-contest-moon-landing-2017

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (035)	
Caltech: 17.5M rahoitus 2500 satelliitin aurinkovoimalalle	http://www.caltech.edu/news/space-based-solar-power-project-funded-46644
Metallinen vety mahdollistaa yksivaiheraketit, jos stabiilia	https://www.livescience.com/57645-elusive-metallic-hydrogen-created.html
Halpa satelliittilaukaisu, Branson	https://www.facebook.com/RichardBranson/photos/a.10150152138395872.292541.31325960871/10152552306725872/?type=3
Ramjet - 4*yläänennopeuden risteilyohjuksia	http://nextbigfuture.com/2015/08/russia-shows-off-supersonic-combusting.html
EM-Drive vahvistus 6 eri ko- keessa	https://www.technologyreview.com/s/601299/the-curious-link-between-the-fly-by-anomaly-and-the-impossible-emdrive-thruster/
Muskin satelliitti-internet 4.000 satelliittia, suunnitelma	http://www.cnet.com/news/elon-musk-is-trying-to-bring-the-internet-to-space/
EmDrivepaperi julkaistavaksi vertaisarvioinnin jälkeen	http://arc.aiaa.org/doi/full/10.2514/1.B36120
Musk lupaa alle tunnin kauko- matkoja raketilla	https://www.theverge.com/2017/9/29/16383048/elon-musk-space-x-rocket-transport-earth-travel
Cubesat-WIFI-yhteys	http://www.ibtimes.com/introducing-outernet-free-worldwide-wi-fi-access-beamed-space-1556016
Kaupallisen avaruussukkulan koelaskutuminen helikopterista onnistui	https://www.theverge.com/2017/11/13/16643094/sierra-nevada-corporation-dream-chaser-nasa-commercial-cargo-program-free-flight
Mikrosatelliitti radalleen 10m, 3tn raketilla	https://gizmodo.com/watch-the-japanese-space-agency-set-a-record-for-smaller-1822700556
Pilot wave ja muut teoriat Em Drivelle keskustelussa	http://emdrive.com/faq.html
Hengittävä rakettimoottori kehitteillä	http://tiedetuubi.fi/tekniikka/mullistava-rakettimoottori-sai-rahoituksen-ja-lupaa-mullistusta-avaruusliikenteessä
Scramjet-yläänikone satelliittilaukaisuun?	http://www.bbc.com/future/story/20161117-australias-hypersonic-spaceplane-for-a-new-space-race
50 nanosatelliittia 300 asteroidia kohti	http://www.popularmechanics.com/space/solar-system/a28265/finnish-scientists-push-for-50-nano-spacecraft-to-explore-300-asteroids/
Laki avaruusmainareiden oikeuksista (USA)	http://www.planetaryresources.com/2015/11/president-obama-signs-bill-recognizing-asteroid-resource-property-rights-into-law/
Ionirakettimoottori	http://nextbigfuture.com/2015/09/new-ion-drive-achieves-14600-isp-which.html

2.4.36 Kyberhyönteinen ja muu biomimetiikka (036) *

Teknologiakorin kohdealue: Eläimillä on paljon ominaisuuksia ja taitoja, joita ihmisen on hyödyllistä laitteisiinsa kopioida. Seiniä pitkin kiipeilevien liskojen tutkimus esimerkiksi johti repäisytarran keksimiseen. Hyönteiset, linnut ja lepakot lentävät kätevämmiin ja vähemmällä energialla kuin ihmisen kehittämät laitteet. Muukin eläinten liike on matkimisen

arvoista. Tähän koriin kuuluvat kaikki hyönteisten ja muiden eläinten liikettä matkivat koneet lukuun ottamatta kävelyä, joka on käsitelty toisessa ryhmässä. Yhteinen nimittäjä on tutkimusmetodi, biomimetiikka.

Kehityksen yleiskuvaus: Hyönteiset ovat pieniä. Pienten koneiden käyttö on tavoiteltavaa vaikeasti kuljettavilla, ahtailla onnettomuusalueilla ja seurattaessa kohteita, joita ei haluta häiritä. Käyttöalueita voi myös löytyä maanviljelyksestä, tutkimus-, valvonta-, vakoilu-, pelastus- ja sotilaskäytön lisäksi.

Kyberhyönteisen liikuttamiseen tutkitaan erilaisia magneettisia ja pietsosähköisiä ilmiöitä sekä muistimateriaaleja. Tavoitteena on, että mahdollisimman vähäinen energia saisi hyönteisen raajan tai siivet liikkeeseen. Lintujen ja lepakoiden kokoluokassa voidaan käyttää tavanomaisia moottoreita ja voimansiirtomekanismeja. Akkujen keventämiseksi on tutkittu energian keräämistä laitteen ympäristöstä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimuksen keskeisin motiivi on akateeminen. Kaupallinen intressi liikkumisen biomimetiikkaan on rajallinen ja koskee ennen kaikkea ihmisen kaltaista kävelyä, joka on kuvattu toisaalla. Koska eläinten liike on energiatehokasta ja ympäristöön sopivaa, voidaan olettaa motivaation kasvavan keinoeläinten lihasten kehityksessä, koska se toisi monet käytännön sovellukset käden ulottuville.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 36																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	0	3	0	0	1	0	3	3	0	0	0	5	0	3	5	0	0	0	*69

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.55 Kyberhyönteinen ja se sijoittui neljänteen ryhmään. Hyvin pienten robottien kehitys on edennyt, mutta vain hitaasti. Hyönteisen lento on ulotettu ilmasta veteen. Torakan kokoisia ja niiden tavoin liikkuvia joustavia matalien rakenteiden väleissä kulkevia robotteja on kehitetty. Lepakon tavoin lentävä robotti on saatu aikaan ja se painaa 93 grammaa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (036)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Batbot-lentävä lepakko 93gr	http://www.theverge.com/circuitbreaker/2017/2/2/14483116/bat-bot-robot-drone-biomimicry
Kyberhyönteinen	http://www.popsci.com/article/technology/rise-insect-drones
Joustava torakankaltainen robotti	http://www.abc.net.au/news/2016-02-09/cockroach-inspired-robot-could-help-save-disaster-victims/7149426
Lentävä/uiva mikrorobotti	http://www.smithsonianmag.com/innovation/robobees-can-fly-and-swim-whats-next-laser-vision-180957308

2.5 Tavara- ja palvelutuotanto

Tavaratuotannossa merkittävin muutostrendi on joustavan robotisaation aikaansaama tehokas tuotannon hajautus. Keskittymistä puolustaa jatkuvasti tehostuva logistiikka ja sitä synnyttää edelleen perinteinen, jäykkä ja vaikeasti hajautettava automaatio. Jäykkyys on tyypillisesti kasvattanut suuruuden ekonomiaa ja alueellista erikoistumista sekä globaalia vaihdantaa. Robotisaation ja uusien tuotantomenetelmien merkittävä piirre on joustavuus. Joustavat tuotantolinjat voivat informaatioteknologian avulla tuottaa lyhyitä sarjoja ja moninaisia tuotteita. Kehityksen ääripäässä 3D-tulostin tai kätevä robotti voi valmistaa hyvin suuren joukon erilaisia tuotteita jopa yksilöllisesti. Tämän kehityksen suurin vaikutus saat-
taa olla tuotannon hajautuminen yhä lähemmäksi markkinoita ja yksinkertaisten tuotteiden osalta jopa koteihin.

Palvelutuotannossa logistiikka on ollut tavaratuotantoakin merkittävämmässä roolissa täysin aineettomia, esimerkiksi puhelinpalveluita lukuun ottamatta. Tavallisesti joko asiakas tai palveluntarjoaja on matkustanut toisensa luo. Virtuaalitodellisuuden avulla entistä suurempi osa palveluista on muuttumassa aineettomaksi.

Robotisaatio mahdollistaa fyysisten palveluiden automatisoidun tuotannon. Palvelu voi olla täysin automatisoitu tai henkilökohtaisesti kauko-ohjattu. Etäläsnäolon avulla säästetään matka-aika ja vältetään osa sosiaalisen kohtaamisen paineesta. Lumen auraus voi esimerkiksi tapahtua kauko-ohjattuna siten, että vain palvelun fyysisesti suorittava kone siirtyy asiakkaan luokse.

Tavaratuotannon ja palvelutuotannon murros vaikuttaa työtehtävien luonteeseen, työn sijaintiin ja tarpeeseen sekä osaamistarpeisiin. Robotisaation ja digitalisaation vaikutus työtehtäviin on seuraavien kahdenkymmenen vuoden aikana radikaali.

Tavara- ja palvelutuotanto	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
37	Herkät robottisormet ja -kädet
38	Tavaroiden 3D-tulostus
39	Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus
40	Itseorganisoituvuus ja parviäly
41	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet
42	Uudet robotisoidut palvelut
43	Uudet tavarain/aineen manipulointitavat
44	Robottiräätäli

2.5.37 Herkät robottisormet ja -kädet (037) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen kädet sopivat tavaroiden ja aineiden yleiseen käyttöön, siirtoon ja yhdistelyyn paremmin kuin mikään ihmisen toistaiseksi keksimä kone. Tämä on ymmärrettävää, koska monet ihmisen tavarat ja laitteet on varta vasten tehty ihmisen käsiteltäväksi.

Yksi robotiikan keskeisistä pyrkimyksistä on käden toiminnallisuuden matkiminen. Käden avulla kone voi käsitellä ihmisen ympäristöä ja tavaroita. Ihmiselle robottikäsi tarjoaa sekä luonnollisen käyttöliittymän että tutun välineen asioiden kauko-ohjattuun käsittelyyn. Käden toiminnassa pehmeä kosketus ja tuntoaisti ovat hyvin olennaisia luonnollisen liikkeen lisäksi. Kätensä menettäneille robotisoidut proteesit ovat myös tärkeitä. Erityisen olennaista silloin on robottikäden tunto ja ohjauksen luonnollisuus.

Kehityksen yleiskuvaus: Robottien tartuntaelimet muistuttavat tavallisesti ihmisen mekaanisia työkaluja, kuten pihtejä, puristimia tai imukuppeja. Robottien siirtyessä tehtaista ihmisen ympäristöön kehitys on suuntautunut kohti yleiskäyttöisempiä ja herkempiä laitteita. Raa’an kananmunan nostaminen ehjänä on testi, josta yleiskäyttöisten robottien käsi tulisi selvitä.

Käsien voimansiirrossa käytetään edelleen perinteisiä mekatroniikan ja hydraulikan ratkaisuja. Keinotekoiset lihakset eivät vielä ole lunastaneet lupauksiaan muutoin kuin erikoistapauksissa. Voimansiirrossa liikkeiden hienojakoisuus on tärkeä, kuten myös kyky säätää ja tuntea otteen voima.

Robottikäsi iho tai muu herkkä tuntoaisti erityisesti sormissa on olennainen. Ihminen ei ohjaa käsiään niinkään näön kuin lihaksista ja ihosta saadun palautteen avulla. Materiaalit ovat kehittyneet siten, että ihmisen sormea herkempi tunto on robottisormille ja proteeseille mahdollinen. Ihon pehmeys ja kestävyys ovat nekin olennaisia ja kehityksen kohteina.

Robottikäsiin saatetaan myös lisätä aisteja, joita ihmisellä ei luonnostaan ole. Esimerkiksi sormiin sijoitettavat mikrotutkat, kaikuluotaimet ja sähkömagneettiset sensorit saattavat olla avuksi monissa tehtävissä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimusmotiivi on suuri lääketieteessä, jossa synnyntäisesti kädettömille ja kätensä menettäneille kehitetään proteeseja. Akateeminen motiivi korostuu, kun proteeseja kytketään halvaantuneille tai kädettömille suoraan aivoihin.

Toistaiseksi kaupallinen kehitys on tuottanut melko kapea-alaisia ja ihmiseen verrattuna alkeellisia tartuntaelimiä teolliseen robotiikkaan, jossa suoritteet ovat toisteisia ja kohdistuvat normaalisti jatkuvasti yhdentyyppiseen tavaraan.

Monipuolisesti kädellisten robottien tai etäisten markkinat eivät vielä ole laajasti avautuneet ja siksi kaupallinen ihmisen kaltaisen robottikäden kehitys on pitkäaikaisemman tavoitteen ja pioneerirahoituksen motivoimaa. Joukkorahoituksella ja harrasterobotiikalla on kehityksen tässä vaiheessa merkittävä rooli.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 37																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	5	5	5	0	0	3	0	3	10	5	0	1	0	0	5	3	3	3	0	***204

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kohta on ensimmäiseen ryhmään sijoittunut 2.54 Kävelevä kädellinen robotti, joka on tässä jakautunut kahteen osaan.

Robottikäsiä on monin uusin tavoin kehitetty proteeseiksi. Niitä kyetään ohjaamaan ajatuksilla tai käden hermoilla vamman laadusta riippuen. Erillisten etätyössä käytettyjen robottikäsien tuntoaisti voidaan myös kytkeä ihmisen aistittavaksi. Robottikäsien kauko-ohjaukseen onkin kehitetty välineitä, jotka tunnistavat ihmisen käden asennon tarkasti ja välittävät robottisormien tuntoaistin ihmisen sormiin. Keinolihaksia on kokeiltu ja taipuisat materiaalit sormissa helpottavat tarttumista.

Keittiöön asennetuilla robottikäsilä on demonstroitu hyvin sujuvan näköistä ruoanvalmistusta muilta osin ihmisen käyttämin menetelmin ja välinein. Kädellisen kävelevän robotin on demonstroitu suorittavan yksinkertaisia kotitaloustehtäviä. Sujuva kävely ja näppärien käsien kehitys tapahtuvat erillisissä hankkeissa ja robotisaatio ei vielä ole riittävän kypsää rajapintojen osalta, että parhaiden ominaisuuksien yhdistely olisi ongelmaton.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (037)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Keittiörobotti Moley Robotics (laadukkaat kädet)	https://www.facebook.com/thisisinsider/videos/1502461713394555/
Robottikirurgian tulevaisuus (taipuisat varret)	https://www.facebook.com/TheScienceExplorer/videos/1530664270285974/
Herkät robottisormet keinolihaksilla	http://europe.newsweek.com/robotic-fingers-use-artificial-muscles-lift-eggs-without-breaking-them-421701?rm=eu
Herkkä etätyöhön sopiva robottikäsi	https://www.shadowrobot.com/products/dexterous-hand/
Halvaantuneelle tuntoaisti robotisoituun käsiproteesiin	https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/09/explore-health-robotic-arm-senses-touch/
Robottikäden tuntoaisti aivoimplantilla	http://edition.cnn.com/2015/09/15/health/prosthetic-hand-senses-touch/index.html
Älylusikka Parkinson potilaille	http://thescienceexplorer.com/brain-and-body/smart-spoon-could-change-lives-parkinson-s-sufferers
Johns Hopkins: amputoidulle modulaariset robottikäsi-varret	https://www.facebook.com/viralinusa/videos/517223481970893/
Soft Robotics -herkät robottikädet demossa	https://techcrunch.com/2017/04/01/soft-robotics-grippers/
Synt. iho tuntoaisteineen	http://www.cnet.com/news/prosthetic-smart-skin-can-feel-all-of-the-things/
Exo-Glove -robottikäsine palauttaa toimintakykyä	https://youtu.be/QUUM_DUIU8c?list=PLKfWL8IXgKBte4TfD53pLaHONfSYCX0RH
Robotti ompelee leikkaushaavan	http://www.popularmechanics.com/science/health/a20718/first-autonomous-soft-tissue-surgery/
Ford: Eksosuit, käsien exoskeleton teollisuustyöhön	https://www.cnet.com/roadshow/news/fords-exoskeleton-could-help-factory-workers-in-a-big-way/
Lämpö parantaa robotin tuntoaistia	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/robots-with-warm-skin-know-what-theyre-touching

2.5.38 Tavaroiden 3D-tulostus (038) ****

Teknologiakorin kohdealue: Tavaroiden valmistustarvetta ei ole tarpeen selittää. Ominaisuudet määräytyvät materiaaleista, valmistukseen käytetyistä prosesseista ja työkaluista. Koneet sulattavat ja puristavat aineita muottiin, työstävät kappaleista osia, liittävät kappaleita toisiinsa ja pinnoittavat niitä. Teolliset rakenteet ovat monimutkaisia. Tehtaat voivat erikoistua materiaaleihin, niistä tehtäviin komponentteihin, kokoonpanoon tai viimeistelyyn. Sekä alihankintaketjut että jakeluketjut voivat olla pitkiä.

Tavaroiden 3D-valmistuksen tavoitteena on tuottaa kappaleita suoraan tietokonehallin perusteella ilman muottia. Tavoitteena on myös tuottaa muotoja ja rakenteita, jotka muilla tavoin tehtynä vaativat kokoonpanoa tai ovat epäkäytännöllisen vaikeita. 3D-tulostuksen käyttö voi olennaisesti lyhentää sekä alihankinta- että jakeluketjuja ja pienentää varastoja.

Kehityksen yleiskuvaus: 3D-tulostuksen tärkeimmät periaatteet on tunnettu melko hyvin jo 1990-luvulta alkaen. Helpoimpien tekniikoiden patentointi ja pioneiriyritysten heikkous jarruttivat kehitystä 2010-luvun alkuun saakka. Kehitys on vauhdittunut vasta tärkeimpien patenttien rauettua. Suurimmat 3D-tulostuksen tekniikat ovat muovipursotus, nestemäisten valokovettuvien hartsien kiinnitys, jauhemaisten materiaalien yhteen sulatus kohdistetuilla laser- tai elektronisäteillä ja jauhemaisten materiaalien liimaaminen ja mahdollinen yhteen sulatus lämmöllä. Myös ultraääniä on käytetty.

Pursotustekniikassa suunta on kohti yhä moninaisempia termoplastisia muoveja ja muovien komposiitteja, yhä edullisempia tai tarkempia laitteita ja esimerkiksi hiilikuitujen, ruoan, keramiikan tai biomateriaalien pursotusta. Uudet laitteet kykenevät tulostamaan useita eri materiaaleja samaan kappaleeseen ja seostamaan niitä.

Valokovettuvissa hartseissa on kehitetty materiaalien laatua, tulostusnopeutta ja tarkkuutta. Tekniikka on tarkkaa, mutta materiaaliset ominaisuudet vaativia kehittää ja raaka-aineet arvokkaita tavallisiin termoplastisiin muoveihin verrattuna. Tavallisin tekniikka sallii ainoastaan yhden materiaalin käytön, mutta markkinoilla on myös laitteita, joissa neste suihkutetaan kiinnityksen yhteydessä. Niillä voi samaan kappaleeseen kiinnittää useita erilaisia valokovettuvia hartseja.

Jauhelaiteissa materiaalit voivat olla muoveja, metalleja tai komposiitteja. Jauhelaitteet ovat edellä kuvattuja tulostimia teknisesti monimutkaisempia ja lähtöhinnoiltaan arvokkaampia. Ammattikäyttöön tarkoitetut laitteet maksavat tyypillisesti useita satoja tuhansia euroja. Muovilaitteet ovat metallilaitteita edullisempia ja keskimäärin huomattavasti nopeampia.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Teknologiaa kehittävät harrastelijat, joukkorahoitetut tai sijoittajien rahoittamat startupit ja suuret pörssiyhtiöt. Kehitysmotiivina on alan odotettu nopea kasvu, asiakaskysyntä ja merkittävät kehitysmahdollisuudet. Akateeminen tutkimus on merkityksellistä ainakin biomateriaalien, optiikan ja hienomekaniikan tulostuksessa sekä metallitekniikoiden kehityksessä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 38																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	1	5	20	0	0	3	3	3	3	5	5	0	1	0	5	3	3	3	3	1	****469

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaava kohta edellisessä raportissa oli 2.56 Tavaroiden 3D-tulostus ja se oli korkeimmassa ryhmässä. 3D-tulostimien määrä ja alan liikevaihto ovat moninkertaistuneet sen jälkeen.

Hewlett-Packard ja useat muut hyvin rahoitetut toimijat ovat astuneet markkinoille. Uudet tulostusmenetelmät ovat sekä radikaalisti aiempia nopeampia että tarkempia. Erilaisten materiaaliominaisuuksien yhdistely samaan tulosteeseen onnistuu nyt useilla uusilla menetelmillä. Valmistettujen tavaroiden laatu on aiempaa olennaisesti parempi.

Lentokoneteollisuus on ottamassa 3D-tulostusta tuotantomenetelmäkseen, Airbus on lennättänyt täysin 3D-tulostetun pienkoneen. Adidas ryhtyy 3D-tulostamaan kenkien sisäpohjia ja Michelin kokeilee ilmattomien renkaiden 3D-tulostusta. Local Motors tuo ensimmäisen 3D-tulostetun auton markkinoille. Hyvälaatuista optiikkaa on onnistuttu 3D-tulostamaan. 3D-tulostimien markkinan ennustetaan edelleen moninkertaistuvan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (038)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Keramiikan 3D-tulostus (luja, tarkka, kuumuudenkestävä)	http://www.popularmechanics.com/science/a18801/3d-printed-wonder-ceramics-wont-shatter/
Nopea, edullinen metallien 3D-tulostus (uunitettava)	https://techxplore.com/news/2017-08-company-focused-metal-d-faster.html
Nopea 3D-tulostin, SLA (Carbon 3D)	http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-01/this-company-does-3d-printing-at-a-speed-no-one-else-can-match
Local Motors -tehdas Eurooppaan	https://3dprint.com/159726/local-motors-berlin-microfactory/
Linssien 3D-tulostus	http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=11129
Adidas aikoo myydä 100.000 3D-tulostettua kenkäparia	http://www.cnn.com/2017/04/07/adidas-3d-printed-trainers-futurecraft-4d.html
Airbus lennättänyt täysin 3D-tulosteetun koneen	http://qz.com/707849/watch-airbus-made-a-completely-3d-printed-plane-that-actually-flies/
Aerosint: 3D-jauhetulostin yhdistelee eri materiaaleja	https://3dprint.com/190661/aerosint-multi-material-3dp/
Kevyen grafeeni-aerogeelin 3D-tulostus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/uabt030316.php
HP Multijet 3D-tulostin julkitettu	https://3dprint.com/133713/hp-mjf-3d-printer-unveiled/
Holografinen 3D-valokovetus - nopea, vapaampi geometria	https://techcrunch.com/2017/12/08/holography-based-3d-printing-produces-objects-in-seconds-instead-of-hours/
5000*nopeampi nanokoon 3D-valmistus elektronisuihkulla	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/nanotechnology/electron-beam-nanofabrication-made-up-to-five-thousand-times-faster
Metallien 3D-tulostus pursotamalla & uuni	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/nuanw011116.php

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (038)	
Sellun 3D-tulostus asetonin avulla	http://news.mit.edu/2017/3-d-printing-cellulose-0303
Hydrauliikan (robotti) miniatyrisointi 3D-tulostuksella	http://www.technologyreview.com/view/544766/how-to-3-d-print-a-hydraulic-powered-robot/
Mustesuihkulla tulostettavaa grafeenia	http://horizon2020projects.com/il-advanced-materials-manufacturing-processing/researchers-develop-printable-graphene-inks/
Mikrometritason kuparirakenteiden 3D-tulostus	http://phys.org/news/2016-01-copper-deposition-fabricate-tiny-3d.html
Autojen 3D-tulostus (Edag)	http://www.wired.com/autopia/2014/03/edag-3-d-printed-car/
3D-tulostettu biomimetikkaa lentokonesuunnitteluun	http://www.aamulehti.fi/raha/luuta-lumpeenlehtia-ja-sienia-lento-koneisiin-etsitaan-uusia-ominaisuuksia-luonnosta/
Sellun 3D-tulostus, yleiskatsaus eri menetelmiin	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2015-11-05-007/
Metallien tulosteissa edistystä - 10 kertainen nopeus	http://3dprint.com/116276/nvbots-launches-nvlabs/
Michelinin ilmattomat 3D-tulostetut renkaat	https://www.facebook.com/futurism/videos/800477063464828/
3D-tulostettuja magneetteja	http://www.economist.com/news/science-and-technology/21710233-3d-printers-promise-better-cheaper-and-more-powerful-magnets-magnetic-moments
Amazonilta yksilöllisiä 3D-tulosteita	http://www.cnet.com/news/amazon-launches-store-to-sell-3d-printed-products/
Lujan alumiinin 3D-tulostus	https://www.youtube.com/watch?v=8YwlenA4bdg&app=desktop
Halpa 3D-tulostus omien hampaiden oikaisuun	http://www.sciencealert.com/a-college-student-has-3d-printed-his-own-braces-for-less-than-60
Hydraulinen 3D-tulostettu robotti	http://news.mit.edu/2016/first-3d-printed-robots-made-of-both-solids-and-liquids-0406
Elektroniikkalaitteen 3D-tulostus	http://www.geek.com/chips/voxel8-3d-printer-can-print-a-complete-quadcopter-including-the-electronics-1613166/
3D-tulostinmarkkinan kasvu	http://usfinancepost.com/3d-printer-market-is-about-go-grow-ten-fold-in-next-four-years-11511.html
Toimiva kaiutin 3D-tulostettu	http://gizmodo.com/you-can-now-3d-print-a-fully-functional-speaker-1484084187
Titaanista 3D-tulostettu pyörä	http://www.gizmag.com/3d-printed-titanium-bicycle-frame/30760/
3D-väripinnoitusmenetelmä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-05/cuso-nct052215.php

2.5.39 Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus (039) *

Teknologiakorin kohdealue: Betonirakentaminen tapahtuu tavallisimmin siten, että ensin valmistetaan laudoista tai levyistä muotti, raudoitetaan se sisäpuolelta ja valetaan muotti täyteen betonia, jonka jälkeen se kuivuessaan kiinteytyy ja muotti voidaan purkaa. Vaihtoehtoisesti runkorakenne tuotetaan liittämällä toisiinsa valmiita elementtejä, muuraamalla tiiliä tai kiinnittämällä harkko-, puu- tai teräsrakenteita kullekin materiaalille sopivin tavoin.

Rakentamista voidaan tehostaa 3D-tulostuksen ja robotisaation keinoin. Näillä uusilla tavoilla voidaan samanaikaisesti saavuttaa yksilöllisyys, muotojen moninaisuus ja taloudellisesti tehokas valmistus. Tähän koriin kuuluu kaikki robotisoitu, yksilöllisen rakentamisen mahdollistava tekniikka.

Kehityksen yleiskuvaus: Rakennusteknisesti betonin 3D-tulostuksessa on kyse liukuvalusta. Betoni valetaan ilman kiinteää muottia. Betoniin seostetaan kiihdytinaineita pur-sotusvaiheessa, jolloin se jäykistyy kerroksittain ennen seuraavan kerroksen valamista. Kehityshaasteet liittyvät raudoitukseen, eristeisiin ja pintojen laatuun sekä prosessin herkkyyteen käytettyjen hiekkojen raekoon ja kosteuden suhteen.

Kantamattomia seiniä voidaan tulostaa esimerkiksi kipsistä 3D-tulostimilla tai tuottaa tiili-verhoilu robottimuurarilla. Jälkimmäiset ovat kehittyvaiheessa, kuten myös teräsraken-teita mallin mukaan hitsaavat robotit.

Robotit kykenevät valmistamaan tiiliä, kuljettamaan ne rakennuspaikalle ja muuraamaan ne seinäksi. Robottimuurareita kokeillaan rakennuksilla. Robotit ovat myös käytössä katto-tuolien ja rakennusten muiden komponenttien tekemisessä sekä rakennuksen pohjan luo-misessa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Rakentamisen robotisointiin liittyvä kehitys on melko har-vojen ja pienimuotoisesti rahoitettujen yritysten tai tutkimusyksikköjen käsissä. Rakennus-ala on hyvin konservatiivinen ja menettelytavat uudistuvat hitaasti. Kehityksen motiivi liit-tyy uuden teknologian esteettisiin ja taloudellisiin mahdollisuuksiin ja odotuksiin teknolo-gian kypsymisestä rakennusteollisuuden käyttöön.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 39																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	1	0	0	3	1	10	1	0	3	1	0	0	0	0	5	0	0	1	0	*116

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta oli 2.57 Ra-kennusten 3D-tulostus ja se sijoittui kolmanteen ryhmään. Kehitys oli tuolloin tutkimuksel-lista ja akateemisesti virittynyttä. Sen jälkeen kehittäjien määrä on lisääntynyt ja toiminta laajentunut osittain kaupallisten yritysten ja startup-rahoituksen varaan.

Winsun Kiinassa on 3D-tulostanut kerrostalon elementit betonista. Suomalainen Fimatec on julkaissut ensimmäisen seinäelementtien 3D-tulostimen, joka kykenee betonisen ulko-seinän ja sisäseinän lisäksi pinnoittamaan seinän ja lisäämään siihen automaattisesti raken-numääräysten mukaisen betoniraudoituksen ja lämpöeristeen.

Huoneen veistoksellinen interiööri on 3D-tulostettu. Dubaissa on tulostettu pientoimistoja. Venäjällä on tulostettu pyöreä talo. Tukemattomia teräsrakenteita on tulostettu. Tiiliä muu-raavia robotteja on esitelty. Kattotuolien robottivalmistus on aloitettu.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (039)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Fimatec-elementtitulostin jul-kistettu	http://yle.fi/uutiset/3-9596469
3D-tulostettu huone - interiööri	http://www.youtube.com/watch?v=BV_6QUXFnuE
Talojen 3D-tulostus Kiinassa (Winsun)	http://gizmodo.com/how-a-chinese-company-3d-printed-ten-hou-ses-in-a-single-1557613229
Fimatec 3D-betonitulostin-kehityshanke	http://www.hs.fi/kotimaa/a1435029017846
Dubaissa 3D-tulostettu pientoi-misto	http://www.architectmagazine.com/technology/gensler-designs-the-worlds-first-3d-printed-office-building-in-dubai_o
Tiiliä latova robotti	https://www.facebook.com/techinsider/videos/594897617375265/
3D-tulostettu terässilta (Hollan-nissa)	https://www.facebook.com/Vocativ/videos/1020304231315145/
Venäjällä tulostettu pyöreä talo	http://mashable.com/2017/03/03/3d-house-24-hours/
Tukematon metallin 3D-tulos-tus vapaisiin kaariin MX-3D	https://www.youtube.com/watch?v=NFF0QQIQDXE
Rakennusten 3D-tulostaja Apis Cor saa \$6M sijoituksen	https://readwrite.com/2017/10/09/apis-cor-international-expansion/
Kattotuoleja robottivalmistuk-sena	http://www.trussmatic.fi/

2.5.40 Itseorganisoituvuus ja parviäly (040) *

Teknologiakorin kohdealue: Elollinen maailma koostuu itseorganisoituvista rakenteista. Meidän solumme tunnistavat ympäristön, jossa ovat ja toimivat sen mukaan. Näin tekevät myös elimet, eliöt ja yhteisöt. Jokainen kerros sisältää oman autonomiansa ja itsekorjaavan homeostaasinsa. Jokaisessa kerroksessa yhteistyö synnyttää emergentillä tavalla kokonaisuuden. Kukaan ei esimerkiksi määrää tai kokoa hermosoluja aivoiksi, mutta ryhmänä ne synnyttävät aivot.

Emergenttien rakenteiden suunnittelu on haastavaa. Kokonaisuus ilmenee yksinkertaisten osien systeemisestä yhteisvaikutuksena. Evoluutiolla on ollut satoja miljoonia vuosia aikaa emergenttien, kerroksellisten rakenteiden testaamiseen, karsimiseen ja kehittämiseen.

Parviäly on voimakas konsepti. Sen avulla voidaan saada aikaan vikasietoisuutta, itsekorjaavuutta ja sopeutuvuutta vaihteleviin tilanteisiin. Korjaamisen sijaan tulisi ehkä puhua paranemisesta teknisissäkin järjestelmissä sekä sopeutumisesta tai kasvamisesta rakentamisen ja uudelleenohjelmoinnin sijaan. Tämä kori kattaa itseorganisoinnin ja itsekorjaavuuden parviälymäisissä rakenteissa ja on siksi varsin abstrakti.

Kehityksen yleiskuvaus: Itseorganisoituvuuden ja parviällyn tutkimus on insinööritieteissä ja organisaatiotieteissä nuorta. Luonnontieteissä sama tutkimus juontaa juurensa Darwiniin. Tietotekniikassa itseorganisoituvuuden ensimmäinen yleinen käsite "plug & play" sai hyvän vastaanoton ja yleistyi.

Monet laitteet tunnistavat ympäristönsä ja mukautuvat siihen. Laitteet kykenevät myös haittamaan omia ohjelmistollisia vikojaan ja korjaamaan niitä sekä torjumaan viruksia, tappainottamaan itseään tai olosuhteita.

Fyysinen itsekorjaavuus on toistaiseksi teknisissä järjestelmissä harvinaista, kuten myös biologialle ominainen itsenäinen ryhmittäminen synnyttämään emergentisti kokonaisuutta, josta ei ole valmista mallia.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Emergenssin, kerroksellisen homeostasin ja parviällyn tutkimus on toistaiseksi pääosin akateemisesti motivoitunutta. Osa yrityksistä ja alustatalouden kehittäjistä tutkii asiaa markkinoinnin kontekstissa, mutta rakentamisen, kokoonpanon ja kunnossapidon kontekstissa näin ei toistaiseksi tapahdu.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 40																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	5	5	5	0	3	5	5	0	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	*114

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Aihe on uusi ja otettu listalle tutkimusintressin voimistumisen ja robotiikan miniatyrisoinnin vuoksi. Tuoreita tutkimuksellisia kokeita parviällystä on julkaistu keräilyn, kartoituksen, kokoonpanon ja organisoitumisen piirissä. Varastorobotit esimerkiksi keräilevät tuotteita ja avustavat toisiaan. Modulaariset robotit muotoutuvat halutun kaltaisiin kokoonpanoihin. Robotin päätyvät yhteisiin kantoihin kokonaisuudesta ja rakentavat kokonaisuuksia. Robotteihin on myös kehitetty itsekorjaavia kykyjä. Itseorganisoituvuudeksi voidaan myös hyvällä tahdolla laskea urbaanissa ympäristössä roskisentyhjennysrobotit ja moduuliasuminen, jossa asunto voidaan helposti siirtää toiseen paikkaan. Konkreettiset käytännön esimerkit etenemisestä ovat vielä vähäisiä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (040)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Itsensä kokoava robotti / muistimateriaali	http://gizmodo.com/this-tiny-self-folding-robot-will-destroy-itself-when-i-1707655885
Itsekorjaavuutta robotteihin	http://cacm.acm.org/magazines/2016/2/197416-self-repair-techniques-point-to-robots-that-design-themselves/fulltext
Roskiksentyhjennysrobotti (Volvo ROAR)	http://www.theverge.com/2015/9/16/9336229/volvos-robots-roar-trash-collection
Siirrettävä miniasunto Koda	https://asunnot.oikotie.fi/kotiin/artikkeli/asuntomarkkinat/rakentaminen_ja_asuntomessut/pieni_alytalo_nimelta_koda
Itseorganisoituva robotirakenne (Hypercells)	https://www.facebook.com/futurism/videos/564265797085957/
Parviällyrobotti pelastustoiminnassa	http://www.newsweek.com/zebro-swarm-robot-insect-network-ready-mass-production-686787

2.5.41 Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet (041) ****

Teknologiakorin kohdealue: Autossa siirrämme penkin meille sopivampaan asentoon. Rikkoontuneista tavaroista haemme ehkä takuulappua tai tietoa siitä, mistä sen ostimme. Tavaroihin liittyy hyvin paljon säätämistä ja muistamista.

Tietotekniikan lisääntyessä laitteemme ja tavaramme voivat muuttua nykyistä älykkäämmiksi siten, että penkki tunnistaa meidät ja säätyy automaattisesti meille mieluisaan asentoon tai tavara etsii itse tietokannoistaan meidän tarvitsemamme tiedot. Ubiikki-sana kuvaa sellaista ympäristöä, joka tietoteknisin keinoin automaattisesti sopeutuu meidän tarpeisiimme.

IoT ja tavaroiden internet ovat yllä kuvatun asian internet-sidonnaisia käsitteitä. Koriin kuuluvat vuorovaikutteisella tavalla älykkäät tilat ja tavarat. Koriin kuuluvat myös sellaiset palvelut, jotka hoitavat älykkään yksilöllisellä tavalla vuorovaikutuksen sellaisen tavarapuolesta, jonka identiteetti on tiedossa. Tällaisia tavaroita voi pitää virtuaalisesti älykkäinä, vaikka niissä itsessään ei varsinaista älyä tai tietoliikennekykyä olisi.

Kehityksen yleiskuvaus: Termostaatti on yksi esimerkki älykkään ympäristön ensiaskeleista. Kun termostaattiin ja ilmanvaihtoon lisätään läsnäolotunnistin, ollaan jo selkeämmin ubiikin ympäristön asteella. Yksinkertaisimpia älykkään ympäristön osia ovat läsnäolon tunnistavat valaisimet ja liukuportaat. Rakennusautomaatio lisääntyy vähitellen, erityisesti uudisrakennuksissa.

Tavaroihin liitetään nykyään koodeja, joiden avulla älypuhelin voi näyttää tavaratietoja. Logistiikkaa varten pakkauksiin lisätyt merkinnät ovat yksilöllisiä ja pakkauksen historiaa, sijaintia ja määränpäättä koskevat tiedot selviävät niiden avulla tietojärjestelmistä. Moniin tavaroihin lisätään yksilöllinen merkintä valmistusvaiheessa. Auto on tutuin esimerkki setelien lisäksi. Käytäntö on yleistymässä jopa tavallisiin kauppatavaroihin. Yksilölliset merkinnät ovat toistaiseksi pääosin tavaralajikohtaisia ja niihin liittyvä tieto hajanaisesti eri sovellusten ja päätelaitteiden tavoitettavissa.

Tietotekniikan miniatyrisointi ja älypuhelinintyö yleistymisen ovat tehneet käytännölliseksi älykkyyden lisäämisen yhä yksinkertaisempiin laitteisiin. Lasten lelut tunnistavat läsnäolon, renkaat kertovat ilmanpaineensa, rakennuspalkit kertovat rasituksesta tai seinät niihin päässeestä kosteudesta.

Internetin tai älypuhelimien kanssa keskustelevalle tavaroihin upotettavalle IoT-tietokoneelle saa muutamalla eurolla. Monet sensorit maksavat vain senttejä. Pienen näytön tai sähkömoottorin saa muutamalla eurolla. Toiminnallisuutta saadaan aikaan edullisesti. Tämä näkyy ubiikin ympäristön lisääntymisenä. Roskalaatikot ilmoittavat täyttymisestään, hammasharjat käytön puutteesta ja hoivakodin asunnot vanhusten kaatumisista tai muista epätavallisista ilmiöistä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Akateeminen motiivi tämän alueen kehitykseen on verrattain vähäinen lukuun ottamatta miniatyrisointia. Elektroniikkateollisuuden piirissä kehitystä tapahtuu jatkuvasti asiakaskysynnän motivoimana ja uusien tuotealueiden toivossa.

Uusi liiketoimintamalli motivoi myös joukkorahoitettuja sekä sijoittajien rahoittamia startup-yrityksiä. Palveluyritysten ja kaupan IoT-kehitysinvestoinnit ovat kasvussa asiakastiedon keräämisen sekä logistiikkatarpeiden vuoksi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 41																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	10	10	5	0	3	10	10	5	5	3	3	0	10	0	5	5	5	3	3	****392

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä on uusi kori ja perustettu, koska älykäs ympäristö astuu älypuhelin ja AR-lasien lisääntyessä yhä aktiivisempaan rooliin. Uutena kehityksenä mainittakoon Arduino-ohjainten hinnan lasku muutama euroon, uusien liikkuvat tunnistavien katuvalojen käyttöönotto urbaanissa ympäristössä, IoT-keskustelun voimakas laajentuminen ja hankkeet tavaran yksilöllisten tunnistajien vakioinniksi ja pilvipalveluiksi ihmisen ja tavaran sekä tavaroiden ja laitteiden välisessä vuorovaikutuksessa. Uudet teknologiat, kuten NFC mahdollistavat yksinkertaisen vuorovaikutuksen lähiympäristön laitteiden kanssa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (041)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
10 euron Arduino -IOT-ohjain	https://www.olimex.com/Products/IOT/ESP8266-EVB/open-source-hardware
Tyhmillä tavaroille pilviälyä, Thing2Data	http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/tavaroiden-uber-tuo-alyn-tyhmille-kin-tavaroille-suurhanke-alkaa-6540964
Wifillä luettava IoT-laite ilman virtalähdettä	https://www.engadget.com/2017/12/05/researchers-3d-print-wifi-connected-objects-no-power/
Keinotekoinen tunteva pinta paperista	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/paper-skin-mimics-the-real-thing
NFC-pohjainen käyttöliittymä (IOT)	http://vimeo.com/96316406
Virrattomia, etäluettavia grafeeni-RFDI-sensoreita	https://phys.org/news/2018-01-scientists-graphene-sensors-revolutionise-internet.html
Nukkekodissa monipuolinen kotiautomaatio	https://www.facebook.com/R29Beauty/videos/1433672733328910/
Älykäs katuvalaistus, liiketunnistin ym	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/90+miljoonaa+katuvaloa++suomalainen+startup+aikoo+valloittaa+ne+kaikki/a1028485
IOT - yleiskuva/taustoitus	https://www.linkedin.com/pulse/article/20140925043829-1409028-what-is-internet-of-things?trk=object-photo

2.5.42 Uudet robotisoidut palvelut (042) ***

Teknologiakorin kohdealue: Me ihmiset palvelemme toisiamme sekä työksemme että sosiaalisista syistä. Tarvitsemme palveluita joko kiireen tai toiminnallisten puutteiden vuoksi ja usein erikoistumisen tuoma asiantuntemus on tärkeää. Kaupan ja palveluiden toiminta

on vähitellen siirtynyt itsepalvelun suuntaan. Me keräämme itse tavarat kaupasta ja täytämme lomakkeet. Elävän musiikin sijaan kuuntelemme tallenteita. Monet aiemmat palvelut ovat muuttuneet teollisiksi massatuotteiksi, joista etsimme itsellemme sopivat.

Robotisaatio lupaa kääntää suunnan itsepalveluista sekä robotisoituihin että robottiväliteisiin ihmisläheisiin palveluihin. Itsepalvelun sijaan robotti ehtii ja osaa auttaa meitä yksilöllisesti. Täysin robotisoidun palvelun rinnalla robotit voivat toimia etiäisinä. Toisen ihmisen tarjoama palvelu voidaan robotin avulla tuoda meidän lähellemme ilman, että matkustamiseen kuluu aikaa. Tähän koriin ei kuulu toisaalla, mm. korissa 28 käsitelty robottiliikenne.

Kehityksen yleiskuvaus: Etäpalvelut ovat aiemmin tarkoittaneet puhelinpalveluita tai sähköpostia ja itsepalvelua internetin lomakkeiden avulla. Kuvapuhelut ovat vähitellen yleistymässä. Terveystuhoon palveluissa ja monissa nettipalveluissa on mahdollista keskustella palveluhenkilöiden sekä raportissa toisaalla, korissa 15 kuvattujen verbottien ja chatbottien kanssa.

Etäläsnäoloon kehitetyt robotit, etiäiset, ovat tuore lisä etäpalveluihin erityisesti laitosympäristössä ja vanhusten kotihoidossa. Lääkäri tai hoitaja voi etiäisen välityksellä nähdä potilaan tai vanhuksen. Etiäinen siirtyy kauko-ohjauksella hoidettavan ihmisen luo. Keskustelun ja läsnäolon tunnun välittämisen lisäksi etiäisrobotti voi kauko-ohjattuna suorittaa yksinkertaisia mittauksia ja toimenpiteitä sekä itsenäistä valvontaa.

Etäläsnäolon keinoin tai tekoälyn avulla voidaan suorittaa moninaisia ympäristönhoidollisia tai siivoukseen liittyviä tehtäviä. Robotit kykenevät myös auttamaan lukuisissa muissa tavaroiden siirtoon ja materian käsittelyyn liittyvissä tehtävissä ja toisaalla raportissa käsitellyissä kuljetustehtävissä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Yksinkertaisimmat palvelurobotit ovat jo markkinoilla. Kehitysmotiivi on selkeästi asiakasodotuksiin ja kilpailuun liittyvä. Kehitystä motivoi sijoittajien rahoittamien startup-yritysten ja suuryritysten robotiikkayksiköiden pyrkimys uusiin liiketoimintamalleihin. Akateemisen tutkimuksen rooli robottien yleisten kykyjen kehittämisessä on merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 42																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	0	3	3	1	1	10	5	10	5	5	0	3	3	0	10	3	0	0	5	***280

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä on uusi kori ja syntynyt palvelurobotiikan ennakoidun voimakkaan markkinakasvun vuoksi. Tuotannollisen robotiikan eroa palvelurobotiikkaan voi tulevaisuudessa olla vaikea nähdä, koska tavarantoimittaminen on ainakin osin palaamassa teollisuudelta palvelusektorin tehtäväksi.

Robotiikan saralla on viime aikoina tutkittu itsensä kokoavia robotteja, jätteenlajittelurobotteja, kerrosparkkirobotteja, robottikokkeja, tarjoilijarobotteja ja lukuisia muita palveluihin ja valmistukseen liittyviä robotteja. Japanilainen täysin robotisoitu hotelli suunnittelee laajentuvansa sataan uuteen kohteeseen.

Robottikokki valmistaa sata eri ruokalajia, myyntihinnaksi kaavailtu 75 tuhatta euroa. Sisäkirurginen operaatio on 60% robotisoitu ja verinäytteen otto on kokonaan robotisoitavissa. Lääketieteellinen ultra kyetään suoritamaan etänä robotin välityksellä. Kotitalousrobottien prototyypit osaavat liikkua ja siirrellä astioita ja muita tavaroita sekä pelata pelejä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (042)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Robottikokki valmistaa yli 100 ruokalajia	http://www.forbes.com/sites/eustaciahuen/2016/10/31/the-worlds-first-home-robotic-chef-can-cook-over-100-meals/
Sisäkirurginen operatio 60% robotisoitu	http://spectrum.ieee.org/the-human-os/robotics/medical-robots/autonomous-robot-surgeon-bests-human-surgeons-in-world-first
Japanilainen robottihotelli aikoo avata 100 uutta hotellia	https://www.curbed.com/2017/8/25/16201928/robot-hotel-japan-henn-na
LG:n 3 palvelurobottia hotelleihin ym aulapalveluun	https://www.cnbc.com/2018/01/04/south-koreas-lg-electronics-to-introduce-new-robots-at-ces-2018.html
Robottikeittiö etenee, hinta-arvio 75KE	https://www.facebook.com/futurism/videos/580578375454699/
Kirurginen mikroskooppi	http://www.scienceworldreport.com/articles/12903/20140214/next-gen-surgical-microscopes-see-tumor-cells-in-real-time.htm
Kotirobottiproto Boston Dynamicsilta	https://www.youtube.com/watch?v=tf7IEVTDjng
Boston Dynamics: Nelijalkainen robotti avaa oven	https://techxplore.com/news/2018-02-boston-dynamics-robot-claw-arm-door.html
Robottiverinäytteenottaja Veebot	https://www.facebook.com/futurism/videos/674588682720334/
Halodi kotitalousrobotti	http://halodi.com/
Saudit kehittävät robotti(palvelu)kaupunkia	https://www.bloomberg.com/graphics/2017-neom-saudi-mega-city/
Ultra haptisella etiäisrobotilla	http://www.universityherald.com/articles/30622/20160521/robotics-news-deakin-university-telstra-invent-remote-ultrasound-technology-distant.htm
Pöytätennisrobotti, Omron -demo	https://m.youtube.com/watch?v=0PCJ2X7Dz7E
Foodini -3D-ruokatulostin	http://www.cnn.com/2014/11/06/tech/innovation/foodini-machine-print-food/index.html
Kerrosparkkirobotti pikaraken-teena	https://www.youtube.com/watch?v=XNZ3G2w5VV8

2.5.43 Uudet tavarman/aheen manipuloititavat (043) *

Teknologiaakorin kohdealue: Tavaroiden siirtely teollisen kokoonpanon keinoin mekaanisilla nostolaitteilla, liukuhihnoilla ja ihmistyönä kuuluu tähän koriin. Kokoonpanoon ja siihen liittyvään siirtämiseen on kehitetty monia uusia menetelmiä. Varsinaisen tavaraliikenteen välineitä ei tässä korissa käsitellä.

Kehityksen yleiskuvaus: Teollisessa valmistuksessa ja logistiikassa on pyritty suuruuden ekonomiaan ja toisteisen työn eräkokojen kasvattamiseen. Kokoonpantava tavara etenee liukuhihnalla, jossa sitä työstetään tai siihen liitetään osia tai muuta materiaa. Kuhunkin työvaiheeseen on normaalisti käytössä sitä ohjelmoidusti toistava tai mekaaninen auto-maatti.

Robotisaation myötä on ryhdytty puhumaan joustavista tuotantolinjoista. Näissä tuotanto-suunnan vaihtaminen on mahdollista ja tuotteisiin saatetaan jopa saada yksilöllisyyttä. Tyy-pillisesti tarkoitetaan edelleen kuitenkin tavarahan liukuhihnamaista etenemistä. Liukuhih-nan korvaa usein nostolaite, esimerkiksi palkkinosturi, jolla kappaletta siirretään työvai-heesta toiseen.

Robottien liikkuminen mahdollistaa kokoonpantavien tavaroiden pysymisen paikallaan ta-varoita käsittelevien robottien siirtyessä tavaralta toiselle. Toisaalta komponenttien siirtä-minen liukuhihnan sijaan lentävillä tai muutoin liikkuvilla roboteilla kehittyy nopeasti eri-tyisesti rakennustekniikassa, mutta kokeilussa laajemminkin. Suurvarastojen varastologis-tiikassa ovat kuormia kokoavat ja pakkauksia siirtelevät robotit jo nykypäivää. Varastolo-gistiikkaa automatisoidaan jo pienemmissäkin erikoisliikkeissä.

Tavaroiden siirtoalustoja kehitetään magnetismiin, ääniaaltoihin, sähkömekaniikkaan ja hydrauliikkaan perustuen. Tavoitteena on saada aikaan geneerisyyttä ja joustavuutta. Ta-varoita siirretään kokoonpanopaikalle myös entistä enemmän rakenteina, jotka avautuvat käyttökuntoonsa vähällä työllä. Tässä pyritään minimoimaan sekä kuljetuksen vaatima tila että kohteessa vaadittu kokoonpanotyö.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Teollisen robotiikan joustavuuden kehittäminen tapahtuu yritysten toimesta, kuten myös varastologistiikan kehitys. Alue on kilpailtu ja kehitysmo-tiivi kaupallinen. Robottien monipuolisempi liikkuminen, parvissa tapahtuva ja lentoon pe-rustuva toiminta kehittyvät riskisijoittajien rahoittamissa startup-yrityksissä. Uusiin tek-niikkoihin perustuvat manipulointitavat ovat akateemisen tutkimuksen varassa, jossa pa-nostetaan erityisesti miniatyrisointiin ja nanomittakaavaan.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 43																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	1	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*27

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä on uusi aihe. Edellisen raportin jälkeen KoneCranes on julkaissut Agilon -varastorobotin, jolle voi antaa tavaroita varastoitavaksi tai pyytää varastosta tavaroita. ABB on julkaissut Yumi-tuotantorobotin, joka kykenee siir-tämään, yhdistelemään ja käsittelemään tavaroita samalla varoen lähistöllä olevia ihmisiä.

Kiinassa on rakennettu 30 kerroksinen talo 15 päivässä muuttokuntoon perustuen teh-taassa tehtyyn esivalmisteluun. Parviälykkäät nelikopterit ovat rakentaneet köysisillan. Pieniä komponentteja on siirretty vetosäteellä ja ääniaalloilla sekä magneettisesti. Mag-neettisessa siirrossa on saavutettu erittäin suuria tarkkuuksia.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (043)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Moottoroitu 3D-pöytäpinta MIT	http://www.dezeen.com/2014/04/16/mit-media-lab-transform-table-technology-milan-2014/
Nopea rakentaminen	https://www.youtube.com/watch?v=rwvmru5JmXk
Maglev nanometritason 3D-tarkkaan kuljetukseen	https://phys.org/news/2017-05-precisely-movement-levitating-applications.html
Nelikoptereilla köysisilta, parviäly kokoonpanossa	http://www.bbc.co.uk/news/technology-34327364
Deloitte/Autodesk: Katsaus tulevaisuuden valmistustapoihin	http://www.autodesk.com/industry/manufacturing/resources/mechanical-engineer/future-of-manufacturing-report
Materiaalien manipulointi ääniaalloilla	http://futurism.com/links/new-class-of-sound-wave/
Akustinen manipulaatio suuremmille esineille mahdollinen	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180121221627.htm
Yumi tuotantorobotti	http://new.abb.com/products/robotics/yumi
Grafeenipinsetit biomolekyyleihin tarttumiseksi	https://phys.org/news/2017-12-graphene-nano-tweezers-individual-biomolecules.html
"Vetosäde" vedessä	http://www.sciencealert.com.au/news/20141108-26002.html

2.5.44 Robottiräätäli (044) *

Teknologiakorin kohdealue: Vaatteiden ompeluun liittyy runsaasti käsityötä, joka nykyään tehdään pääosin halpatyömaissa. Käsityöstä huolimatta kyse on pääosin sarjavalmistuksesta vaatekauppoihin ja verkkokauppoihin, joista asiakkaat valmisvaatteensa hankkivat. Asusteiden hankinta mittatilauksena on useimmiten kallis ja useita sovituskerroja vaativaa palvelu.

Kehon tarkka 3D-mittaus ja mallinnus ovat uusilla tekniikoilla rutiinimaisesti toteutettavissa. Vaatteiden tuottaminen täysin automaattisesti ja yksilöllisesti näyttää sekin olevan tavoiteltavissa tekoälyn ja robotisaation edetessä. Tähän koriin kuuluvat sekä kehon 3D-mittaus, vaatteiden leikkausten yksilöllinen suunnittelu ja koneellinen tuotanto.

Kehityksen yleiskuvaus: Kaavaillusta robottiräätälin toimintatavasta on toistaiseksi toteutunut vasta ihmiskehon kuvantaminen eli mittaaminen automaattisesti. Sovituskopit, jotka mittaavat ja tekevät ihmisestä 3D-mallin vaatteiden valmistusta varten, ovat tulossa markkinoille.

Yksilöllisiä asusteita on mahdollista tulostaa keinokuiduista 3D-tulostimilla, mutta menetelmä on hidas ja kallis. Yksilöllisiä kaksiulotteisia neuleita voidaan tuottaa verrattain edullisilla koneilla. Yksinkertaisimpia tekstiilejä, kuten liinavaatteita, voidaan nyt tuottaa täysin koneellisesti.

Roboteille on osoittautunut hyvin haastavaksi hahmottaa kangas sen eri muodoissa ja käsitellä kangasta sujuvasti ompelemisen vaatimalla tavalla. Tekoälykehitys ja robottikäsien

kehitys helpottavat tämän ongelman ratkaisemista, mutta toistaiseksi kehityksen haasteet ovat ylittäneet ratkaisuyritykset yksinkertaisia vaatekappaleita lukuun ottamatta.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Ihmisen kehon mallintamiseen on monia eri syitä. Kaupalliset ja akateemiset motiivit ovat voimakkaat ja laajat. Vaatesuunnittelun tietokonemallinnus tapahtuu pääosin vaateteollisuuden kaupallisten motiivien ajamana. Koneräätälien kehitys etenee kaupallisesti motivoituna vaateteollisuuden etujen mukaan eikä yksilöllinen vaatetus ole toistaiseksi sellainen kilpailtu alue, jonka vaateteollisuus kokisi omakseen.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 44																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	10	0	0	0	0	5	3	5	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	*93

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.62 Robottiräätäli ja se sijoittui neljänteen ryhmään. Kehon tarkka mittaus on raportin jälkeen edennyt teknisesti rutiinimaiselle tasolle ja siihen on valmiita tuotteita. Asusteiden 3D-mallinnus on saavuttanut rutiinimaisen tason.

Vaatteiden robottivalmistus on edennyt. Kiinalainen yritys on ilmoittanut perustavansa Yhdysvaltoihin 21 täysin automatisoitua tuotantolinjaa, joista kukin valmistaa miljoona T-paitaa vuodessa. Robottilinja kykenee tuottamaan myös farmarihousut pääosin valmiiksi, mutta käsityövaiheita jää tehtäväksi. Objet 3D-tulostimella tuotettuja yksilöllisiä asusteita on esitelty muotinäytöksissä. Digitaalisten tasokutomakoneiden hinnat ovat laskeneet.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (044)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Robottilinja tuottaa miljoona T-paitaa, 21 linjaa USAhan	https://www.fastcompany.com/40454692/this-t-shirt-sewing-robot-could-radically-shift-the-apparel-industry
Kaksi räätälirobotin kehittäjää USAssa	https://www.economist.com/news/science-and-technology/21727058-robot-tailors-are-their-way-sewing-clothes-still-needs-human-hands-how
Digitaalinen halpa kutomakone (taso)	http://www.theverge.com/circuitbreaker/2017/4/3/15162846/kniterate-digital-knitting-machine-3d-print-design-stitches-kickstarter
Kehon 3D-skannaus vaatteiden kaavoja varten	https://www.youtube.com/watch?v=A6fLH4F0DPU

2.6 Materiaalitekнология

Nanoteknologian kehitys etenee tutkimustasolla nopeasti. Nanomateriaalit ovat jo markkinoilla erilaisina pinnoitteina, joiden avulla kappaleet saadaan kitkattomiksi, likaa hylkiviksi tai elektronisesti ja optisesti aktiivisiksi. Monia nanomateriaaleja on myös opittu tuottamaan kolmiulotteisina rakenteina ja riittävän kustannustehokkaasti, jolloin käyttöalueet

voivat laajentua mekaanista kestävyyttä tai muita erityisominaisuuksia vaativiin kohteisiin. Nanomateriaaleja käytetään myös komposiitteina. Nanomateriaalien kehityksessä simulointi nopeuttaa tuoteominaisuuksien testaamista ja kehittämistä radikaalisti.

Uudet materiaalit vaikuttavat olennaisesti tulevaisuudessa elektroniikkaan, optiikkaan, sähkömekaniikkaan ja muuhun mekaniikkaan, rakentamiseen, kemiallisiin ja biologisiin prosesseihin sekä hyvin moniin tuotekohtaisiin ominaisuuksiin. Erotustekniikan kehitys ja kiertotalous synnyttävät uusia mahdollisuuksia ja tarpeita sekä materiaalivalintoihin että raaka-aineiden jalostukseen. Hiilineutraalius asettaa vaatimuksia erityisesti rakennusteollisuuden materiaaleihin.

Materiaaliteknologian suuri muutos aiheuttaa teollisuudelle tarpeen sekä muuttaa prosessejaan, tuotesuunnitteluaan että tuotteiden ominaisuuksia. Kyse on ennakoarvion mukaan yhtä suuresta muutoksesta tavaratuotannossa kuin raudan tai muovien yleistyessä.

Materiaaliteknologia	
TKID	Ryhmän Teknologiakorit
45	Kitkattomat pinnat ja levitaatio
46	Kevyet ja lujat tai eristävät materiaalit
47	Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus
48	Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina
49	Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineiksi
50	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous
51	Antibakteeriset ja likaa hylkivät pinnat
52	Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit
53	Keinotekoinen lihas ja keinotekoinen iho
54	Makean veden tuottaminen
55	Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat

2.6.45 Kitkattomat pinnat ja levitaatio (045) *

Teknologiakorin kohdealue: Kitka on este liikkumiselle. Kitkaa esiintyy materiaalien liukuessa tai pyöriessä toisiaan vasten olivatpa materiaalit kiinteitä, nestemäisiä tai kaasuja. Kitka johtuu atomi- ja kvanttitasoin ilmiöistä ja sen voittamiseen kuluva energia muuttuu tavallisesti lämmöksi.

Kitkaa voidaan vähentää monin eri tavoin. Pyörien ja laakereiden parantaminen, veneiden, autojen, kiskojen, tuulimyllyjen, suksien ja lentokoneiden pintojen ja muotojen vähäisempi vastus ovat kaikki esimerkkejä sekä kitkan vähentämisen mahdollisuuksista että hyödyistä.

Kehityksen yleiskuvaus: Pyörimisessä kitka syntyy osin pintojen kosketuksesta ja muodonmuutoksista voimien kohdistuessa pintoihin. Ilman ja nesteiden vastus johtuu osittain siitä, että liikkuva kappale joutuu syrjäyttämään ne ja osittain pintailmiöistä. Näistä johtuu myös kitka kiinteiden kappaleiden liukuessa toisiaan vasten puristuneina.

Muodonmuutoksesta johtuvaa energiahäviötä voidaan vähentää jäykistämällä materiaaleja tai parantamalla materiaalien kimmoisuutta ja ottamalla talteen muodonmuutoksen energiaa. Kaasujen ja veden syrjäyttämiseen kuluva energia vähennetään kappaleen muotoja muuttamalla siten, että liike synnyttää mahdollisimman vähäenergistä värähtelyä. Kosketukseen liittyvä kitka pienenee pintamuotoja ja koostumusta kehittämällä.

Kvanttitason ilmiöiden vuoksi pintojen tietyt nanomittakaavan muodot aiheuttavat hylkimistä ja vähentävät kitkaa. Pintarakenteet voivat myös pidättää pinnassa kaasuja tai muita aineita, jotka edistävät liukumista. Kitkaa voidaan toisaalta vähentää magneettisen ja kvanttitason levitaation avulla.

Käytännössä kehitys jakautuu muutamii selkeisiin haaroihin. Kappaleille haetaan aerodynaamisia muotoja. Materiaalitekniikan avulla etsitään liukkaita pintoja ja liukasteita. Materiaalitekniikan avulla etsitään muodon muutosten kineettisen energian talteenottoa. Magneettista levitaatiota ja sen energiatehokkuutta tutkitaan.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kitkan voittamiseen eri tavoin on sekä voimakas akateeminen että kaupallinen kehitysmotiivi. Tutkimus on jatkuvaa kaikilla osa-alueilla.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 45																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	5	3	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	*72

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaavat kohdat ovat 2.50 Suprajohteen magneettinen lukinta ja muu levitaatio sekä 2.79 Nanotasolla levitoivat materiaalit, jotka sijoittuivat kumpikin neljännelle tasolle. Suprajohteiden magneettiseen lukintaan perustuva levitaatio ei ole merkittävästi kehittynyt. Kupraateilla on kyllä aikaansaatu suprajohtavuus huoneenlämmössä, mutta sillä ei vielä ole käytännön sovelluksia.

Kestomagneetteihin perustuva levitaatio on edennyt. Halbach array -tekniikkaa on sovellettu menestyksellisesti Hyperloop-koeradoilla ja siitä kehitetään variaatioita myös teolliseen valmistukseen. Linkit näihin lähteisiin ovat asianomaisissa toisissa koreissa 34 ja 43. Kitkattomissa pinnoissa on tapahtunut merkittävää kehitystä nanotason ilmiöiden paremman ymmärryksen ja simulointimallien avulla. Grafeenin ja nanotimanttien kitka on havaittu erittäin pieneksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (045)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Huoneenlämmössä suprajohteita kupraateista	https://www.nextbigfuture.com/2017/02/recipe-for-room-temperature.html
3-kerrosgrafeeni magneettinen materiaali	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/02/170223114729.htm
Räätälöidyt magneetit	https://youtu.be/IANBoybVApQ?t=5m51s
Kitkaton nanotimanttilaakeri kiualla grafeenipinnalla	http://www.rsc.org/chemistryworld/2015/05/graphene-wrapped-diamond-ball-bearings-cut-friction-nothing

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (045)	
Yksinapainen magneetti	http://yle.fi/uutiset/suomalaistutkija_loysi_kauan_etsityn_yksinapaisen_magneetin/7059297
Kitkaton materiaali	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150721194001.htm

2.6.46 Kevyet lujat tai eristävät materiaalit (046) **

Teknologiakorin kohdealue: Me tarvitsemme moniin tarkoituksiin sekä kantavia että eristäviä rakenteita. Tarvittavan rakenteen paino riippuu materiaalin tiheyden ja geometrian lisäksi sen lujuudesta tai eristävytydestä. Painolla on erityisen suuri merkitys lentävissä laitteissa, mutta myös korkeissa rakennuksissa ja pitkissä silloissa. Painolla ja koolla on suuri merkitys myös siirrettävissä laitteissa ja kulkuvälineissä sekä maa- että vesiliikenteessä.

Eristeiden paksuus ja rakenteiden kantavuus ovat merkityksellisiä kysymyksiä lähes kaikissa koneissa ja rakennetuissa ympäristöissä. Eristeistä puhuttaessa on huomattava, että puhumme useista erilaisista eristeistä. Kyse voi esimerkiksi olla lämmön, sähkön, kosteuden tai kaasujen eristämisestä. Näitä kaikkia eristeitä tarvitaan usein.

Kehityksen yleiskuvaus: Aerogeelit ovat kevyimpiä tunnettuja lujia materiaaleja. Ne saatavat jopa olla ilmaa kevyempiä. Aerogeelien valmistustekniikat ovat kehittyneet. Niiden on huomattu olevan erinomaisia lämmön ja äänen eristeitä jopa kertaluokkaa perinteisiä eristeitä ohuempina kerroksina.

Lujuudesta puhuttaessa on huomattava, ettei kyse ole yksinkertaisesta käsitteestä. Vetolujuus ja puristuslujuus on käsitettävä erilaisina ominaisuuksina, kuten myös leikkautuvuus, taivutettavuus ja muut rasituskestävyyteen liittyvät mekaaniset ja kemialliset ominaisuudet.

Kevyet lujat materiaalit mahdollistavat aiempaa energiatehokkaampia lentäviä tai kelluvia laitteita. Metalleja vaahdottamalla on esimerkiksi saatu aikaan alumiinivaahtoa, joka on riittävän lujaa laivan runkomateriaaliksi ja vettä kevyempää. Magnesiumlejeringistä on kehitetty painon suhteen kaksi kertaa terästä lujempi materiaali.

Hiilikuitua on opittu 3D-tulostamaan ja kovettamaan sähköllä. Hitsausaumoista on saatu olennaisesti aiempaa lujempia mahdollistaen kevyemmät teräsrakenteet. Metalleille on kehitetty luja liimasidos. Uusista materiaaleista pidetään mahdollisena rakentaa 20 kilometriä korkea torni, jonka huipulta lähtevät avaruuslennot olisivat nykyistä edullisempia.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Lujien ja keveiden materiaalien tutkimus tapahtuu pääosin akateemisen motiivin johdattamana. Vasta keksintöjen todentamisen ja tuotantomenetelmien keksimisen jälkeen yritysten tuotekehitys tyypillisesti aktivoituu. Metallivaahdot ja hiilikuitujen valmistusprosessit ovat jo edenneet selkeästi kilpailullisen kaupallisen tuotekehitysmotivaation piiriin eristeinä käytettyjen aerogeelien ohella.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 46																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	5	5	5	3	1	3	10	0	0	0	0	0	3	1	0	3	1	0	0	0	**160

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.80 Kevyet ja lujat materiaalit ja se sijoittui toiseksi korkeimpaan ryhmään. Kehitys on jatkunut nopeana. Grafeenin 3D-tulostettu rakenne on saatu styroksin painoisena teräksen lujaksi. Alumiini on saatu kirkkaasti läpinäkyväksi. Kevyiden törmäyskestävien metallivaahtojen on todettu estävän säteilyä. Teräsalumiiniin on saatu titaaniin lujuus.

Ligniinistä valmistettu ABL on kertaluokkaa ABS-muovia lujempaa. Kevyt joustava grafeeniaerogeeli kestää tuhat 80% litistystä murtumatta. Kevyellä neliometriä kohti alle kilon painoisella eristeellä on saavutettu 45 desibelin äänieristys alhaisilla taajuuksilla. Silica Aerogelin markkinoiden uskotaan nousevan miljarditasoon.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (046)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
3D-tulostettu grafeeni 10* terästä lujempaa vain 5% painosta	http://www.nextbigfuture.com/2017/01/mit-makes-compressed-graphene-sponge.html
Silica Aerogel ennätystehokas ja kevyt eriste	https://www.worldbuild365.com/news/sycw8j1a0/industry-news/4-futuristic-building-materials-to-look-out-for-in-2017
Kevyet, törmäyskestävät metallivaahdot estävät säteilyä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/ncsu-sfm071715.php
Alumiinin keveä, titaaniin luja viiden metallin seos	https://www.nextbigfuture.com/2014/12/new-alloy-is-as-light-as-aluminum-as.html
Kevyt äänenvaimennus-metamateriaali	http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl/106/17/10.1063/1.4919235
Ligniinin avulla 10*ABS:ää lujempaa muovia (ABL)	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/drnl-ori032216.php
Titaaniin lujuus 1/10 hinnalla teräsalumiinilla	http://www.roadandtrack.com/new-cars/car-technology/a24939/new-steel-alloy-titanium/
Luja kevyt nanotason hilarakente pyrolyysin avulla	http://www.nature.com/nmat/journal/vaop/ncurrent/full/nmat4561.html
Metallivahto hyvin lämmönkestävää	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/ncsu-sfm032816.php
Kevyt luja magnesiumlejerinki	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uoc--urc122315.php
Luja alumiinivahto-sandwich-rakenne junanvaunuihin	http://www.wired.com/2014/12/aluminum-foam-trains/
Kylmävalulla luonnonmateriaalien keveys/lujuus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/dbnl-tam121115.php
Kevyt grafeenin 3D-rakenne terästä lujempi	https://www.computerworld.com/article/3155102/emerging-technology/mit-creates-3d-printed-graphene-thats-lighter-than-air-10x-stronger-than-steel.html
Läpinäkyvä alumiini	http://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2015/transparent-armor-from-nrl-spinel-could-also-ruggedize-your-smart-phone

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (046)	
Erittäin joustava grafeeniaero-geeli, 85% tuhat litistystä	http://cen.acs.org/articles/95/i29/Plant-inspire-exceptionally-strong-elastic.html
Kevein 3D-tulostettu rakenne (grafeeni)	http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/15209/Least-Dense-3D-Printed-Graphene-Structure-Enabled-by-New-Technique.aspx
Helmiäismäinen alumiinirakenne 2-3 kertaa lujempi	http://nanotechweb.org/cws/article/tech/70151
Hiilikuidun kovetus sähköllä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/miot-tam041415.php
Siilin piikkirakenne kypärään	https://www.inverse.com/article/25760-hedgehog-spine-quills-hedgemon-helmet-concussion
Galliumnitridin kulutuskestävyys timantin tasoa	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-10/lursa102816.php
20km korkea torni	http://nextbigfuture.com/2015/08/canadian-inflated-tower-would-be-20.html
Puupilvenpiirtäjä Wieniin	http://www.popsi.com/next-futuristic-building-material-wood
Metallinen liimasidos elektrooniikkaan	http://phys.org/news/2016-01-metallic-soldering-welding.html
Q-hiili, timanttia kovempi	http://phys.org/news/2015-11-phase-carbon-diamond-room-temperature.html
Aerogeeli lämpöeristeenä	http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/kemia/2012-02-02/Halpa-aerogeeli-on-tulevaisuuden-supereriste-3307075.html
Vahva hitsausseama	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/osumco102915.php
Timanttia kovempi pinta teräksen työstöön boorinitridin avulla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/tpucf031616.php

2.6.47 Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus (047) *

Teknologiakorin kohdealue: Perinteiset keinot, joilla valmistamme tavaroihin, kemikaleihin tai rakenteisiin tarvitsemiamme materiaaleja perustuvat erotustekniikkaan, seostamiseen, lämpökäsittelyyn ja muihin prosessiteollisuuden käsittelymenetelmiin sekä näiden avulla saatujen pintojen liittämiseen toisiinsa. Käytämme myös runsaasti biologisista raaka-aineista puhdistettuja materiaaleja. Nämä keinot eivät riitä kaikkien luonnosta tavattujen tai teoreettisesti mallinnettujen materiaalien valmistukseen.

3D-tulostus mahdollistaa monet nano- ja mikromittakaavassa tuotetut materiaalit, joissa kennorakenne tai materiaalikerrosten vuorovaikutus tarjoaa hyödyllisiä ominaisuuksia. Voidaan puhua metamateriaaleista silloin, kun materiaalin luonne muuttuu ilman kemiallisia reaktioita. Koriin kuuluvat myös mahdolliset kemialliset reaktiot, mutta ulkopuolelle jää toisaalla kuvattu DNA-tulostus. Tässä siis kuvataan ne ainetta lisäävät tekniikat, joiden tavoitteena ei ole valmiin esineen vaan materiaallisen käyttöominaisuuden tuottaminen.

Kehityksen yleiskuvaus: 3D-tulostustekniikoita on monia. Ne on käsitelty toisaalla. Kun puhutaan materiaalirakenteiden ja -koostumusten tulostuksesta, on ilmeistä, että mitta-kaava on pieni. Tulostaminen tapahtuu kuljettamalla ainetta haluttuihin kohtiin tavalla, joka kiinnittää sen kokonaisuuteen. Useampia eri aineita voidaan tulostustekniikalla yhdistellä joko seostamalla niitä tulostuksen yhteydessä tai tulostamalla ne toisistaan poikkeaviin kohtiin.

Materiaalien 3D-tulostuksella tavoitellaan tarkimmalla tasollaan sellaisia kemiallisia sidoksia, joita ei muutoin saataisi aikaan. Voidaan esimerkiksi tulostaa nanohiilistä muodostuvia kennorakenteita, jotka ovat ehyitä ja erittäin kevyitä sekä lujia. Voidaan toisaalta tavoitella huokoisuutta akkumateriaaleihin tai vedyn varastointiin.

Monimutkaisempia materiaaleja tulostettaessa saatetaan tavoitella pintarakenteita, joiden optinen tai sähkökemiallinen ominaisuus tekee niistä erinomaisia katalyyttejä. Esimerkkeinä mainittakoon MOF-materiaalit aurinkoenergian muuttamiseen polttonesteiksi tai nanotason muodot, jotka kumoavat painovoiman kvanttitasen ilmiöiden seurauksena. Myös kudosten ja helmiäisen kaltaiset pintarakenteet ovat olleet tutkimuksen kohteena.

4D-tulostuksesta puhutaan, kun tulostetuilla materiaaleilla on mekaanisia tulostuksen jälkeisiä ominaisuuksia muistimateriaalien tavoin. Tuloste voi silloin esimerkiksi sähkövirran vaikutuksesta muuttaa muotoaan. Tutkimuksellisenä tavoitteena on ollut robotti, joka kävelee tulostuksen jälkeen itse tulostimesta ulos ja myös itse itsensä kokoava robotti.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Materiaalien 3D-tulostus on merkittävä akateemisen tutkimuksen työväline tutkittaessa uusien nanomateriaalien ominaisuuksia. Monet tässä raportissa toisaalla kuvatut tulokset on saavutettu nanomateriaalien 3D-tulostuksen avulla. Tuotannolliseen käyttöön materiaalien 3D-tulostus on edennyt ainakin lääketieteen ja elektroniikkateollisuuden parissa. Tuotantoon tavallisesti pyritään löytämään nopeampia valmistustekniikoita.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 47																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	3	0	5	5	0	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	*69

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava aihe on 2.58 Materiaalien 3D-tulostus ja 4D-tulostus. Se päättyi kolmanteen ryhmään. Lääkkeiden 3D-tulostus on edennyt selkeästi. Graig Venterin ryhmä on tulostanut lääkevaikuttaisia proteiineja. FDA on hyväksynyt yksilöllisiä lääkekapseleita tulostavan menetelmän, jossa lääkeaineiden sisältö ja imeytymisnopeus ovat säädettävissä.

Elektronisesti ja optisesti sekä kemiallisesti aktiivisia materiaalirakenteita on tulostettu ja niitä on esitelty tässä raportissa kunkin toiminnallisuuden mukaisissa ryhmissä. Muotoa muuttavia materiaaleja on tulostettu ja materiaaleja monipuolisesti tulostuksen aikana sekoittavia tulostustekniikoita on julkistettu aiemman valokovetettuun hartsiin rajoittuneen Objet -tulostimen lisäksi myös jauhetulostintekniikkaan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (047)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Venterin proteiinitulostin etenee, yksityiskohtainen kuvaus	https://motherboard.vice.com/en_us/article/59zj9b/craig-venters-digital-to-biological-converter-is-real
Lääkeproteiinien 3D-tulostus (Venter)	http://www.theguardian.com/science/2013/oct/13/craig-ventner-mars
Lääkkeiden syntetisointi kannettavalla laitteella	http://news.mit.edu/2016/portable-device-produces-biopharmaceuticals-on-demand-0729
Lääkevalmistimen 3D-tulostus - on demand -lääkkeitä	https://motherboard.vice.com/en_us/article/wjpygw/new-reaction-ware-3d-printing-system-spits-out-pharmaceuticals-on-demand
LLNL: nanomittakaavan 3D-tulostusta 2fotoneilla	https://3dprint.com/199184/llnl-nanoscale-3d-printing/
3D-tulostettu lääke/FDA	http://www.washingtonpost.com/news/to-your-health/wp/2015/08/04/fdas-approval-of-first-3-d-printed-pill-opens-up-endless-possibilities-for-personalized-medicine/
Ohjattavia nanorobotteja molekyylien kokoonpanoon	http://www.manchester.ac.uk/discover/news/scientists-create-worlds-first-molecular-robot-capable-of-building-molecules/
Grafeenirakenteiden tulostus nanotasolla	http://3dprint.com/27324/graphene-nano-3d-print/

2.6.48 Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina (048) *

Teknologiakorin kohdealue: Kuidut ovat pitkistä molekyyleistä koostuvia vetolujuudeltaan hyviä materiaaleja. Niitä käytetään ensisijaisesti langoissa ja kankaissa, joissa vetolujuus on tärkein määräävä tekijä. Paperi on myös esimerkki kuituihin perustuvasta materiaalista. Kuituja lisätään aineisiin, kun halutaan seokseen joustavuutta ja vetolujuutta. Laskituvaneet ovat monille tuttuja, kuten myös hiilikuituiset esineet ja vanhoihin tekniikkoihin tutustuneille kuitujen lisääminen rakennusmateriaaleihin on myös hyvin tiedossa.

Nanoteknologiaa pidettiin aiemmin vain pintojen teknologiana, mutta kuitujen valmistuksessa se on saavuttamassa ainakin selkeän tutkimuksellisen aseman. Nanokuiduilla saavutetaan huomattavia etuja perinteisiin kuituihin verrattuna. Tähän koriin kuuluvat synteettiset kuidut. Kasvi- ja eläinkuidut, mukaan lukien nanosellu, käsitellään toisaalla korissa 68.

Kehityksen yleiskuvaus: Hiilinanokuitujen kehräyksessä tapahtuu jatkuvaa edistystä. Käytännössä kuidut ovat vielä kaukana siitä lujuudesta, mihin grafeenin tai hiilinanoputkien teoreettinen rakenne antaa mahdollisuuden. Lisäksi ne ovat vielä käytännön ominaisuuksiltaan perinteisten hiilikuitujen jäljessä. Myös tuotantomenetelmät ovat vielä kehittymättömiä ja kalliita. Näyttää kuitenkin todennäköiseltä tutkimustavoitteiden valossa, että nanohiilet tulevaisuudessa lähestyvät teoreettista potentiaaliaan ja ohittavat vähitellen perinteiset materiaalit monissa sovelluksissa.

Synteettisiä kuituja lisätään elektroniikkaan, kankaisiin ja rakenteisiin massoihin. Kuidut parantavat materiaalien lujuusominaisuuksia monin tavoin.

Resursointi ja kehittymotiivi: Nanohiilten käyttö kuituina ja lujitteina etenee toistaiseksi pääosin akateemisen tutkimusmotiivin kuljettamana. Nanohiilet ovat useimpiin käytännön sovelluksiin vielä liian arvokkaita ja tuotannollisten prosessien kehitys on kesken ja ominaisuudet jäävät teoreettisista arvoista vielä kertaluokilla.

Elektroniikkateollisuudessa nanohiilillä on jo oma asemansa. 3D-tulostuksessa nanohiilillä seostettuja tulostusmateriaaleja tarjotaan käytettäväksi ja niiden monipuolinen kaupallinen saatavuus on johtanut tuote- ja markkinakokeiluihin startup-rahoitettujen yritysten toimesta. Nanomateriaalien tuotantokustannusten laskiessa niitä on ryhdytty kokeilemaan prosessiteollisuuden materiaalien, kuten muovin, betonin ja asfaltin lujitteina.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 48																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	1	5	0	0	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	*126

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: : Lähimmät vastaavat kohdat ovat 2.75 Nanohiililanka ja 2.77 Nanohiili lujitteena tai toiminnallisena pintana, jotka kumpikin sijoittuivat kolmanteen ryhmään. Ruotsalaistutkijat ovat onnistuneet tuottamaan synteettistä hämähäkinseittä kilometrin mittaisina yhtenäisinä säikeinä. Nanokuituja on saatu tuotettua useilla eri metodeilla, sekä magneettisesti että laserin avulla. Boorinitridistä on saatu valmistettua joustava johdin. Grafeenilankaa on testattu sähkönjohtimena. Asfaltin kulutuskestävyyttä on parannettu olennaisesti grafeenin avulla.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (048)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Laaja katsaus nanohiilikuituihin	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702115002084
Kilometrin mittaisia kuituja, synteettistä hämähäkinseittä	http://www.slu.se/en/ew-news/2017/1/spinning-spider-silk-is-now-possible/
Lujaa hämähäkinseittä odotetaan tuotantoon	https://www.livescience.com/57645-elusive-metallic-hydrogen-created.html
Erittäin lujia polyetyleenikuituja - helppo prosessi	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-01/miot-ufh010518.php
Grafeenilangasta sähkönjohdin	http://www.gizmag.com/stretchable-graphene-yarn/32657/
Grafeeni parantaa asfaltin kestävyyttä olennaisesti	https://newatlas.com/graphene-additive-asphalt-roads-eco-pave/52337/
Joustava johdin boorinitridistä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-08/ps-fdp080615.php - .VcY_8kTWhuo.facebook
Nanokuituja magneettisesti - laatu, energiakulutus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-05/uog-rdn052015.php
Laser-nanolankojen kasvatus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/uow-snm041015.php

2.6.49 Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineeksi (049) *

Teknologiakorin kohdealue: Nanomateriaaleilla on havaittu olevan lukuisia erikoisia ominaisuuksia, joista monet ovat hyödyllisiä. Nanohiilten avulla esimerkiksi voitaisiin korvata neljännestä harvinaisen metallin tärkeimmistä käyttökohteista kaikki muut kultakoruja lukuun ottamatta.

Nanomateriaalien monet ominaisuudet ovat ylivoimaisia, mutta niiden tuotantomenetelmät ovat kehittymättömiä. Tämä johtaa materiaalien kalleuteen ja laadun heikkouteen. Tähän koriin kuuluvat grafeenin ja muiden hyödyllisten nanomateriaalien tuotannolliset menetelmät sovelluksineen.

Kehityksen yleiskuvaus: Nanomateriaalien ominaisuudet ovat sidoksissa materiaalien rakenteisiin, yhtenäisten pintojen kokoon, säikeiden eheyteen tai pinnan virheettömyyteen. Seosaineet, laminaatit ja nanomateriaalipintaan yhdistetyt muut molekyylit vaikuttavat ominaisuuksiin olennaisesti.

Virheettömän grafeenikiteen hinta on nopeasti laskemassa ja yhä suuremmat kosketusnäyttöpinnat voidaan valmistaa grafeenista. Tuotantomenetelmät kehittyvät nopeasti ja mahdollistavat uusien ominaisuuksien lisäksi nanohiilien taloudellisesti järkevän käytön yhä useammassa sovelluksessa.

Grafeeni on tärkein tunnettu yksittäinen nanomateriaali. Grafeenin laatu vaikuttaa merkittävästi sen sovelluksiin. Materiaaliteknisesti voidaan puhua yksittäisistä puhtaista kiteistä jonkin tason päällä, useammasta kerroksesta koostuvista pienemmistä hiutaleista tai vaihtelevan kokoisista ja toisiinsa kiinnittyneistä sekalaisista rakenteista. Grafeenina puhutaan myös grafeenioksidista tai grafeenin ja jonkin muun materiaalin muodostamista kerrospinoista. Näillä kaikilla voi olla erilaisia käyttötarkoituksia, tuotantomenetelmiä ja ominaisuuksia. Grafeenimarkkinan arvioidaan kasvavan miljardin dollarin kokoon vuoteen 2025 mennessä.

Grafeenia tuotetaan grafiitista erottamalla sen liuskeisia kerroksia toisistaan. Grafeenia voidaan myös tuottaa pelkistämällä hiilidioksidia esimerkiksi kuparipinnalle tai lasipinnalle kuumuuden ja sähkövirran avulla. LIG-menetelmässä laserilla poltetaan ja irrotetaan hiilivedystä tai selluloosasta muut ainesosat siten, että hiili jää jäljelle grafeenin rakenteeseen. Grafeenituotantoon on kehitetty suuri joukko menetelmiä, joiden tuottaman grafeenin laatu ja kustannukset vaihtelevat.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Grafeenitutkimus on merkittävin osin akateemisesti motivoitunutta, mutta grafeenin kaupallinen markkina on kasvanut niin suureksi, että kehitystyö on osittain myyntituotoilla katettavissa. Kasvun odotettu nopeus johtaa myös riskirahoitukseen ja yritysten panostuksiin uusille potentiaalisille tuotealueille.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 49																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	3	3	5	0	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*120

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi ja perustettu nanomateriaalituotannon nopean kehityksen ja kasvavan merkityksen vuoksi. Yksikiteisen grafeenin tuotantonopeus on saatu kasvamaan rullalta rullalle tyypisessä prosessissa 60 mikrometriin sekunnissa. AMIn grafeenituotanto nousi tuhanteen tonniin vuonna 2016. VTT:n prosessi tuottaa koelaitteella useita kiloja nanometalleja päivässä. Piidioksidia kyetään tuottamaan huoneenlämmössä. Akkuihin ja vedyntuotantoon soveltuvaa LIG-grafeenia tuotettu puusta. Natriumin avulla on tuotettu superkondensaattorikäyttöön soveltuvaa huokoista 3D-grafeenimateriaalia.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (049)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
13/14 harvinaista metallia korvattavissa nanohiilillä	https://phys.org/news/2017-09-graphene-carbon-nanomaterials-scarce-metals.html
Pääosa grafeenituotannosta Kiinassa	http://www.nanotech-now.com/columns/?article=1136
Yksikiteisen grafeenin 100*nopeampi R2R kasvatusta	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/singlecrystal-graphene-films-grown-two-orders-of-magnitude-faster-than-previous-methods
CNT, Grafeeni & opt transistoreita	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/nurcn090815.php
Grafeenimarkkina yli miljardin 2025	https://www.prnewswire.com/news-releases/global-graphene-market-2017---a-1-billion-market-by-2025-300561732.html
LIG-grafeenia puusta akkuihin, vedyntuotantoon yms	https://phys.org/news/2017-07-chemists-laser-induced-graphene-wood.html - nRlv
Virheetöntä grafeenia edullisesti	https://www.delta.tudelft.nl/article/making-graphene-affordable
Natrium&CO2-> huokoista grafeenia superkondensaattoreihin	https://phys.org/news/2017-08-greenhouse-gas-d-surface-microporous-graphene.html
Li-typpiakku grafeenilla, keskustelussa useita grafeeniuutisia	http://phys.org/news/2014-12-future-batteries-lithium-sulfur-graphene-wrapper.html
Nanometalliprosessi VTT, kiloja päivässä koelaitteella	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/3+000+grammaa+paivassa++vtt+puskee+metallinanohiukkasia/a1053682
Laadukas grafeenipinta natriumlasiin elektroniikkasovelluksiin	http://phys.org/news/2016-02-scientists-common-glass-optimize-graphene.html
Grafeenilla lämpöjohtava PET-muovi	http://physicsworld.com/cws/article/news/2014/oct/28/graphene-boosts-thermal-conductivity-of-popular-plastic
AMIn grafeenituotanto 1000 tonniin 2016	http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=52605
Piidioksidia huoneenlämmössä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/uogucs042315.php
LIG grafeeni - laserilla polymeereistä grafeenia	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/nanotechnology/graphenebased-supercapacitors-enable-wearable-electronics

2.6.50 Uudet erotustekniikat ja kiertotalous (050) ***

Teknologiakorin kohdealue: Tuotantoon tarvitaan monenlaisia raaka-aineita. Luonnosta löytyvien tai maa- ja metsätalouden sekä kalastuksen tuottamien materiaalien lisäksi myös teollisuuden sivuvirrat ja kotitalouksien jätteet sisältävän raaka-aineita. Nämä ovat tavallisin kaikkia yhdisteinä ja seoksina tai toisiinsa liitettyinä kappaleina.

Hyödyllisten raaka-aineiden erottelua on perinteisesti kutsuttu jalostamiseksi. Käytetyistä menetelmistä puhutaan usein erotustekniikan nimellä. Kiertotaloudesta puhutaan, kun raaka-aineina käytetään käytöstä poistettuja hyödykkeitä tai muita jätteitä ja tuoreiden luonnonvarojen kulutus pyritään minimoimaan. Tähän koriin kuuluvat ne materiaalinkäsittelyn teknologiat, joiden tavoitteena on mahdollisimman huolellinen luonnonmateriaalien hyväksikäyttö ja kierrätys. Makean veden saatavuus käsitellään toisaalla korissa 54.

Kehityksen yleiskuvaus: Nanohiilet ovat erotustekniikan tuorein suuri lupaus. Huokoinen nanohiili tai reikäinen nanohiilipinta on selektiivinen sen osalta, mitä atomeja tai molekyylejä se laskee lävitseen ja mitä estää tai kerää itseensä. Erotteluominaisuudet ovat lisäksi melko helposti säädettävissä ja erottelutarkkuus on useissa tapauksissa perinteisiä tekniikoita parempi.

Biologisessa erottelussa bakteerit tai muut pieneliöt saatetaan keräämään tai erottelemaan valitsemiaan hiukkasia. DNA-pohjaiset nanokoneet tai monisoluiset eliöt voidaan myös valjastaa erotustekniikan palvelukseen.

Tärkein kiertotalouden ilmiö, hiilidioksidin hyväksikäyttö käsitellään toisaalla korissa 78. Tähän sopii esimerkkinä kaatopaikkajätteen ja merissä ajelehtivan muovirokkan keräys robottien avulla. Muovirokkan, jätteen ja muiden jätteiden uudelleenkäyttöön kehitetään jatkuvasti uusia menetelmiä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Erotustekniikoita kehitetään erityisesti prosessiteollisuuden piirissä. Uudentyyppisiin erotustekniikkoihin kohdistuu merkittävä akateeminen kiinnostus. Aihe ulottuu kemian, biologian ja fysiikan yli tietotekniikkaan ja mekatroniikkaan jopa osin samoissa mittakaavoissa. Monet prosessit saattavat käyttää useiden tieteenalojen menetelmiä. Tutkimusalue on haastava, mutta tietotekniset simulaatiot nopeuttavat kokeiluja. Tulevaisuudessa simulaatiot avaavat alueen myös joukkoistukselle.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 50																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	5	5	5	3	5	3	5	0	3	0	3	0	1	0	0	0	0	3	3	***220

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kohta oli 2.76 Nanohiilet suolan tai bakteerien poistossa ja muussa erotustekniikassa ja se oli neljännessä ryhmässä. Makean veden tuottaminen on siirretty ryhmään 54 ja kierrätyksen painoa on tässä lisätty.

Grafeenia on onnistuneesti kokeiltu ydinjätteiden suodatuksessa ja erilaisten kaasujen suodatuksessa. Grafeenisuodattimen on havaittu läpäisevän helposti liuottimet, mutta estävän

pienhiukkaset. Demonstraatiossa viskistä on suodatettu väri pois. Tutkijat ovat onnistuneet kehittämään eräänlaisen diodin nesteiden erotukseen, jossa osa nesteistä kulkee vain toiseen suuntaan. KierrätysElektroniikan arvometalleja on ryhdytty jalostamaan. Muovia syövä toukka, mikrobien käyttö veden puhdistuksessa, molekyyliä lajitteleva DNA-robotti ja uusi kaasuja liuottava huokoinen neste ovat esimerkkejä tämän alueen tuoreista etene- misestä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (050)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Kierrätysmuovista rakennusharkkoja	https://www.facebook.com/DavidAvocadoWolfe/videos/10153603640636512/
Resurssien riittävyysraportti	http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/reverse_the_curse_maximizing_the_potential_of_resource_driven_economies
Helium nanokanavissa, edistää mm fuusioenergiaa	https://phys.org/news/2017-11-fusion-energy.html
Row-bot -puhdistaa vettä mikrobien energialla	http://www.dogonews.com/2016/1/7/ingenious-row-bot-devours-microbes-from-polluted-water-to-fuel-itself
PE+PP muovijätteistä käyttökelpoinen materiaali	http://science.sciencemag.org/content/355/6327/814
Grafeenioksidisuodatin, liuottimet läpi, pienhiukkaset suodattuvat	https://www.theengineer.co.uk/graphene-based-filters-slash-cost-chemical-separation-purification/
"Nesteille erotukseen diodi"	http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.115.134503
KierrätysElektroniikassa arvometalleja	http://www.bbc.com/future/story/20161220-the-scientist-mining-mobile-phones
Mineraalien erottelua bakteerien avulla	http://bt-isotopes.com/
Huokoinen neste	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/qub-qub111115.php
DNA-robotti siirtää ja lajittelee molekyyliä	http://science.sciencemag.org/content/357/6356/eaan6558
Teolliset symbioosit	http://www.sitra.fi/talous/teolliset-symbioosit
Kiertotalousesimerkkejä	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6/sitra-kotimaistah%C3%A4rk%C3%A4papua-tuontisoijan-tilalle-1.126302
Uraanin erotustekniikka merivedestä kehittyä	https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2016/07/01/uranium-seawater-extraction-makes-nuclear-power-completely-renewable/
Grafeenisuodatin ydinjätteille	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/graphene-filter-offers-a-tenfold-reduction-in-energy-requirements-for-cleaning-nuclear-waste
Laser ruosteenpoistomenetelmänä	https://www.youtube.com/watch?v=WgicR6LzWA
Paperin valmistus jättepaperista toimitossa	https://www.facebook.com/ScienceNaturePage/videos/765132843618976/
Raskasmetallien uusi suodatusmenetelmä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/ez-heh012216.php
Muovia syövä toukka, biokierrätys	https://www.forbes.com/sites/grrlscientist/2017/04/24/these-caterpillars-can-eat-your-plastic-trash/

2.6.51 Antibakteeriset ja likaa hylkivät pinnat (051) **

Teknologiakorin kohdealue: Meidän tavaramme ja rakennettu ympäristömme likaantuu. Pintoihin tarttuu helposti haitallisia materiaaleja, jotka saattavat aiheuttaa tauteja, pilaantumista, korroosiota tai esteettistä haittaa. Uudet pintamateriaalit voivat vähentää ongelmia tai estää ne kokonaan. Tähän koriin kuuluvat tavaroiden omien pintojen lisäksi tavaroiden ja aineiden pakkausmateriaalit.

Kehityksen yleiskuvaus: Antibakteerisia ja muita likaa hylkiviä pintoja kehitetään erityisesti nanomateriaaleista. Nanohiilipinnoitteen on esimerkiksi havaittu estävän lentokoneen siipien jäätymistä ja hopean sekä kuparin tiedetään tappavan bakteereja. Kitkattomat pinnat hylkivät likaa ja kosteutta.

Pintaan voi liittyä erityisominaisuuksia, jonka vuoksi sen suojaama tuote ei esimerkiksi ruostu, menetä väriään, altistu UV-valolle, kostu tai lämpene. Nämä tarpeet voivat liittyä hyvin monenlaisiin tavaroihin ja rakenteisiin.

Useat antibakteeriset pinnat perustuvat hopean tai titaanioksidin käyttöön. Pintakäsittely suojaa käsittelytavasta riippuen mikrobeilta, homeelta tai likaantumiselta yleensä ja käsittelystä hyötyvät lääketieteelliset instrumentit, annosteluvälineet, astiat, käsiteltävät pinnat, rakenteet, tekstiilit sekä elintarviketeollisuuden, kemianteollisuuden ja maatalouden välineistö.

Resursointi ja kehittymotiivi: Suojapintojen kehitys kuuluu yritysten jatkuvaan tuotekehitykseen. Nanopintojen ja muiden erikoismateriaalien tai ilmiöiden osalta akateeminen motiivi on merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 51																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	5	3	5	3	3	3	3	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	**132

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kori on 2.74 Antibakteeriset ja muut likaa hylkivät materiaalit ja pinnat. Se sijoittui korkeimpaan ryhmään. Itsepuhdistuva, itseään korjaava maalipinta ja kuparin käyttö antibakteeristen pintojen materiaalina ovat aiemman raportin jälkeisiä tutkimuslöydöksiä.

Grafeenin avulla muovikalvon vedeneristävyys miljoonakertaistettu. Lentokoneen siiven jäätyminen on estetty grafeenipinnan avulla. Läpikuultava pintakalvo on saatu kappaletta jäähdyttäväksi. Nanotekstiili heijastaa valoa ja säteilee lämpösäteitä. Itsepuhdistava hydrofobinen maalipinta on kehitetty ja kappaleiden kestävyyttä parannettu olennaisesti lujien ja sitkeiden maalipintojen avulla.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (051)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Grafeenilla muovikalvon vedeneristävyys miljoonaker-taiseksi	http://www.plasticstoday.com/packaging/graphene-infused-packaging-improves-lifespan-moisture-sensitive-products/109717355624929
Grafeenipinnoite estää siiven jäätyksen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/ru-gcm012516.php
Jäähdyttävä nanotekstiili (hei-jastaa valon, säteilee IR)	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/nanomaterial-offers-first-fabric-that-can-keep-us-cool
Jäähdyttävä, läpikuultava pin-takalvo	http://www.sciencemag.org/news/2017/02/cheap-plastic-film-cools-whatever-it-touches-10-c
Näyttävä videodemo "ihme-materiaaleista"	https://www.facebook.com/ScienceNaturePage/videos/896390947159831/
Itsepuhdistava hydrofobinen maalipinta	http://www.scienceworldreport.com/articles/23182/20150310/new-tough-paint-super-water-repellent-self-cleans-video.htm
Passiiviradiaattori jäähdytyk-sessä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/green-tech/solar/passive-radiators-cool-by-sending-heat-straight-to-outer-space
UV-LED-desinfiointilamppuja Salosta	http://ledtailor.fi/fi/fotonidesinfointi/
Antibakteeriset pinnat - ku-pari tuhoaa viruksia	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/uos-uct110915.php

2.6.52 Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit (052) *

Teknologiakorin kohdealue: Teräs ja betoni ovat suuressa roolissa rakennetussa ympäristössä. Kumpikin aiheuttaa merkittäviä hiilidioksidipäästöjä ja sitoo energiaa. Perinteisten materiaalien kestävyys on lisäksi rajallinen, ikääntyminen ja kulutus aiheuttavat merkittävän kunnossapitokustannuksen. Betonin korvikkeita on kehitetty ja useat vaihtoehdot etenevät kaupallistamisvaiheeseen.

Betonin puristuslujuus on erinomainen, mutta muut lujuusominaisuudet vaatimattomia. Raudoitus on tämän vuoksi ollut tarpeen. Kalliin raudoitusvaiheen korvaaminen edullisemmin keinoin on yksi tavoite.

Kehityksen yleiskuvaus: Teräsbetonin korvaamista uusilla yhdisteillä tutkitaan erityisesti puukuitujen, tuhkan, muovien ja nanoselluloosan avulla. Liukuvaluun ja 3D-tulostukseen soveltuva, nopeasti jäykistyvä sementti ja raudoitustarvetta vähentävät kuitupohjaiset lujitteet kuuluvat tavoitteisiin.

Uusien täyteaineiden avulla pyritään betonin parempaan laatuun, kestävyys suolaisissa ja kosteissa oloissa. Hiilineutraalius on yksi tavoitteista. Sementin valmistus tuottaa nykyisellään merkittävän määrän globaaleista hiilidioksidipäästöistä. Tuotantotapaa ja koostumusta muuttamalla sementistä pyritään tekemään hiilidioksidia sitovaa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Rakennusteollisuus on globaalisti laajamittaista toimintaa ja teräsbetoni sen keskeisimpiä raaka-aineita. Asiakaskysyntä ei kuitenkaan kohdistu betonin parantamiseen vaan yhä edullisempaan rakentamiseen. Siksi materiaalitekniikan kehitys on suurelta osin tutkimuslaitosten ja uusia menetelmiä kehittävien alihankkijoiden, esimerkiksi kemianteollisuuden tuotekehityksen varassa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 52																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	0	0	0	0	10	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	*104

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.73 Uudet teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit ja se sijoittui neljanteen ryhmään. Roomalaisen betonin kestävyys on nyt selvitetty entistä tarkemmin. Uusia huokoisia betonilaatuja on kehitetty. Useita uusia hiilineutraaleja sementtilaatuja ja sementinvalmistusprosesseja on esitelty. Tiilien ja rakennusharkkojen kovetus onnistuu huoneenlämmössä bakteerien avulla ja prosessi on saatettavissa teolliseen skaalaan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (052)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Tiilien kovetus bakteereilla huoneenlämmössä	http://www.inc.com/kevin-j-ryan/best-industries-2016-sustainable-building-materials.html
Hiilineutraali sementti / päästöistä kalkkikiveä	http://nextbigfuture.com/2015/09/carbon-neutral-cement-manufacturing.html
Roomalaisen betonin kestävyys selvitetty	https://www.theguardian.com/science/2017/jul/04/why-roman-concrete-still-stands-strong-while-modern-version-decays
Päästötön betonin korvike	http://www.pbs.org/newshour/bb/cement-alternative-absorbs-carbon-dioxide-like-sponge/
Huokoinen betoni Lafarge Tarmac	https://www.facebook.com/techinsider/videos/419013808296981/
Savukaasuisia rakennusbetonia	http://phys.org/news/2016-03-carbon-dioxide-sustainable-concrete.html

2.6.53 Keinotekoinen lihas ja keinotekoinen iho (053) **

Teknologiakorin kohdealue: Koneiden ja eliöiden liikevoima syntyy toisistaan hyvin poikkeavin tavoin. Niin höyrykoneet, polttomoottorit kuin sähkömoottoritkin ovat kómpe-
löitä laitteita eläinten lihaksiin verrattuna. Keinotekoisten lihasten myötä koneet voisivat
liikkua eläinten tavoin ilman erillisiä kovia moottoreita ja mutkikkaita voimansiirtomeka-
nismeja. Keinotekoinen tuntoherkkä ja itsekorjaava iho täydentäisi mahdollisuudet.

Tähän koriin kuuluvat tekniikat, joiden avulla eläinten raajoja matkiva toiminta saadaan
toteutettua mahdollisimman tehokkaasti. Robotiikan ohella tämä kehitys voi olla lääketie-
teellisesti arvokasta.

Kehityksen yleiskuvaus: Muistimateriaalit ovat keinotekoisten lihasten raaka-aineita. Ne muuttavat tilaansa, lähinnä koukistuvat tai supistuvat, kun jokin ympäristötekijä muuttuu. Lihaksen voi aktivoida esimerkiksi kosteus, lämpö, kemiallinen ärsyke tai sähkövirta.

Vahvuudeltaan keinotekoiset lihakset saattavat olla kertaluokkia ihmisen samankokoista lihassäiettä voimakkaampia. Kehitysvaiheen ongelmia eri tekniikoissa on kuitenkin useita. Keinolihaksissa käytetyt kemikaalit voivat esimerkiksi olla haitallisia ja tarvittavat jännitteet tai lämpötilat suuria. Lihakset saattavat olla hitaita jäykistymään tai rentoutumaan ja ne voivat kulua nopeasti. Valmistustekniikka on ehkä monimutkaista tai vaatii kalliita materiaaleja. Kehitystyö pyrkii ratkaisemaan näitä ongelmia.

Ihon keskeisin ominaisuus on, että se peittää allaan olevat asiat niitä haittaamatta, on joustavasti lihaksiin tai tukirangan liikkeisiin mukautuva ja kestää kulutusta. Ihoon integroidut kosketus- tai painesensorit ovat monissa tehtävissä tarpeellisia. Tuntoaistia kehitetään sekä robottikäsiä että proteeseja varten ja se on hyödyllinen pintojen ominaisuus yleisemminkin. Itsekorjaavuus on joissakin sovelluksissa hyödyllinen piirre riippumatta tuntoaistista ja lihaksista.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tärkein keinotekoisten lihasten tutkimusmotiivi on akateeminen. Kyse on monille kaupallisille yrityksille liian etäisestä tavoitteesta. Tutkimuslisten läpimurtojen jälkeen tilanne muuttunee nopeasti, koska yleiskäyttöisten keinotekoisten lihasten kaupallinen lisäarvo olisi suuri. Teknologia on jo kypsää kapeisiin kaupallisiin segmentteihin, jonka vuoksi startup-yritysten tekemä kehitystyö näyttää mahdolliselta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 53																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	5	3	3	3	5	3	0	5	10	0	0	5	1	0	5	0	0	5	0	**159

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaavat kohdat ovat 2.65 Keinotekoiset lihakset ja 2.66 Keinotekoinen itseään korjaava iho. Nämä sijoittuivat kolmanteen ja neljänteen ryhmään.

Kehitys on ollut laajaa ja monitahoista. Herkkätuntoinen robottikäsi on valmistettu lihasten tavoin supistuvasta muistimateriaalista. Muistimetallin on testattu kestävän miljoonia muodonmuutoksia. Synteettisistä lihaksista on saatu 100-1000 kertaa ihmisen lihasta voimakkaampia. Synteettinen alhaisella jännitteellä hitaasti toimiva lihas on toteutettu silikonista 3D-tulostuksella.

IBM:n tutkijat ovat kehittäneet polymeerin, joka on luuta lujempi, kierrätettävä, kevyt, korroosionkestävä ja itseään korjaava. Smithsonian on kehittänyt hapettomassa tilassa itsensä nopeasti korjaavan materiaalin ja belgialaiset tutkijat ovat tuottaneet ihon, joka korjaa itsensä ”kuumeen” avulla.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (053)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Nesteiset origamilihakset nopeita, kestäviä ja voimakkaita	http://www.pnas.org/content/early/2017/11/21/1713450114.full
Itsekorjaavat, nopeat, pehmeät lihakset 10senttiä kpl	http://www.newsweek.com/soft-robotics-self-healing-actuators-muscles-hasel-771612
Syntetttinen lihas 100* luonnollista vahvempi	http://science.sciencemag.org/content/343/6173/868
Dielectric elastomers - keinolihasia	http://www.seas.harvard.edu/news/2016/07/artificial-muscle-for-soft-robotics-low-voltage-high-hopes
Robotin iho korjaantuu itse "kuumeen" avulla	https://www.wired.com/story/the-robots-will-be-soft-and-cuddly-and-heal-their-own-wounds/
Pehmeä, halpa, hidas sähkötoiminen (8V,1A) keinolihas	https://phys.org/news/2017-09-soft-robotics-self-contained-actuator-stronger.html
Keinotekoiset lihakset - robottikäsi	http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-3190/aa52f8/meta
Biobotti / rotan sydänsoluista lihas	https://www.youtube.com/watch?v=skCzl7FIM34
Muotoa suunnitellusti muuttava nestemäinen metalli	http://www.sussex.ac.uk/broadcast/read/42158
Mikrolihakset vanadiumdioksidista ihmistä 1000*vahvempia	http://nextbigfuture.com/2013/12/a-micro-muscular-breakthrough-1000.html
Elastinen itseään korjaava materiaali	http://www.sciencemag.org/news/2016/04/artificial-muscle-can-heal-itself
Kestävä, herkkä keinoiho kierätettävistä aineista	http://advances.sciencemag.org/content/4/2/eaq0508.full
Keinolihasrobotin demovideo	https://www.facebook.com/humansofthefuture/videos/653454958145520/
Keinotekoiset lihakset, polyuretaani&vahaseos	http://mashable.com/2014/07/14/shape-shifting-robot/
Itsekorjaava polymeeri	http://www.gizmag.com/ibm-polymer-discovery-plastic/32088/
Hiilikuiduista muotoa muuttavia materiaaleja	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/4d-printing-turns-carbon-fiber-wood-into-shapeshifting-programmable-materials
UV-valolla liikkuva polymeerirobotti	http://www.nature.com/articles/ncomms13260
Pehmeät robotit	http://www.kurzweilai.net/robotic-fabric-could-bring-active-clotting-wearable-robots
Keinolihas toimii kosteudella	http://qz.com/429309/these-machines-can-capture-a-new-source-of-clean-energy-evaporating-water/
LIG grafeenioksidipinta auttaa luun regeneraatiassa	http://nanotechweb.org/cws/article/tech/70740
Itseään korjaava muovi esim. avaruusaluksiin	http://www.smithsonianmag.com/innovation/this-plastic-heals-itself-180956495/
Muistimetalli miljoonia muodonmuutoksia	http://www.popularmechanics.com/technology/a15773/shape-shifting-metal-alloy/
Elatusmaljassa kasvatettu lihas	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-01/du-fch011315.php

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (053)	
Elastinen, valaiseva iho/kan-gas	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/cu-see022916.php
Muotoa ja tilavuutta muuttava materiaali	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/hjap-afm030816.php

2.6.54 Makean veden tuottaminen (054) *

Teknologiakorin kohdealue: Vesi on välttämättömyys kaikelle elämälle. Missä sitä ei ole, elämä kuihtuu. Elintoimintojen lisäksi käytämme vettä pesemiseen, harrasteisiin ja teollisiin prosesseihin. Tällöin puhutaan lähes aina makeasta vedestä, jossa ei ole haitallisia määriä pieneliöitä tai suoloja. Vesitalouteen liittyy monia yhteiskunnallisesti raskaita investointeja, jotka tavallisesti jakautuvat puhtaan veden saamiseen ja jäteveden käsittelyyn.

Makeaa vettä tuotetaan puhdistamalla luonnonvesiä, jätevesiä tai merivettä käyttövedeksi. Haaste on sitä suurempi, mitä likaisemmasta tai suolaisemmasta vedestä käyttövesi on tehtävä. Jätevedet myös usein pyritään nykyään puhdistamaan, vaikka ne laskettaisiin mereen. Puhdistukseen käytetään sekä mekaanisia että kemiallisia erotustekniikoita.

Vedensaanti on merkittävä ongelma vähäsaateisilla alueilla. Meriveden tekeminen suolattomaksi vaatii tavallisesti käytetyin keinoin sekä runsaasti tilaa että energiaa. Makean veden parempi saatavuus tekisi monista autiomaista viljavia ja asuinkelpoisia.

Kehityksen yleiskuvaus: Veden puhdistukseen juoma- tai viljelykelpoiseksi sekä veden keräämiseen ilman kosteudesta kehitetään jatkuvasti uusia menetelmiä. Nopeimmin ovat edenneet sähköä käyttävät kondensointi- ja erotustekniset menetelmät. Aurinkoenergian jatkuva hinnan lasku edesauttaa sähköön perustuvia menetelmiä.

Grafeenin käyttö vedenpuhdistuksessa perustuu suodatinten vähäiseen vastukseen ja vain hitaaseen tukkeutumiseen. Grafeeni on luja, mutta erittäin ohut materiaali, ja ohuuden vuoksi kestävyys on tämän menetelmän haaste.

Metalli-ioneista ja orgaanisista aineista koostuvat MOF-materiaalit saattavat mahdollistaa veden tehokkaan keräämisen ilman kosteudesta. Lämmön ja kylmän vaihtelu imeyttää veden ilmasta ensin MOF-materiaaliin, josta se valuu säiliöön.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Vedenpuhdistusmenetelmiä kehitetään alan teollisuuden ja akateemisen tutkimuksen piirissä. Riskisijoittajien sekä joukkorahoituksen avulla käynnistyt startup-yritykset ovat myös aktiivisia.

Vesitalouden haasteet kasvavat, ellei teknologia kehity, koska ilmaston lämpeneminen, geologisten vesivarastojen loppuminen ja väestön kasvu lisäävät jo nyt monien alueiden vesipulaa. Kehitysmotiivi on laajasti yhteiskunnallinen.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 54																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	1	10	1	5	1	1	0	0	5	5	0	0	0	3	3	0	3	5	*129

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaavat korit ovat 2.63 Vettä ilmasta nanopinnoilla ja 2.76 Nanohiilet suolan tai bakteerien poistossa ja muussa erotustekniikassa, joista kumpikin sijoittui neljanteen ryhmään. Grafeenin käyttö puhtaan veden tuotannossa oli edellisen raportin aikaan radikaali idea. Kehitys on ollut nopeaa sen jälkeen. Useat hankkeet ovat raportoineet tuloksellisista kokeista sähköä säästävillä ja aurinkoenergiaa käyttävillä menetelmillä. Kokonaan sähköttömästi merivettä suodattamalla on 85% suolasta saatu poistetuksi.

X-Prize -säätio on julkaissut kilpailun, jonka tavoitteena on makean veden tuotanto ilmasta 2 sentillä litraa kohden. Kilogrammalla MOF-ainetta on saatu ilmasta tuotetuksi 3 litraa vettä vuorokaudessa sähköttömästi. Dialyysimenetelmät ovat kehittyneet aiempaa huomattavasti tehokkaammiksi ja paine-eron käyttöä kaivosvesien puhdistuksessa on demonstroitu.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (054)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Grafeenisuodattimella merivedestä juomakelpoista	https://phys.org/news/2017-04-graphene-sieve-seawater.html
Paine-eroin perustuva halpa vedenpuhdistin Intiasta	http://economictimes.indiatimes.com/small-biz/startups/this-device-will-kill-99-of-microbes-in-water-and-end-waterborne-diseases/articleshow/59905197.cms
Vettä ilmasta 1kg MOF-aineella ja auringolla 3l/12h	https://phys.org/news/2017-04-device-air-powered-sun.html
Vettä ilmasta vähällä sähköllä 2c/l, Water-Gen	http://timesofindia.indiatimes.com/home/science/Now-a-machine-that-makes-drinking-water-from-thin-air/articleshow/34332827.cms
Water abundance X-Prize (2snt/litra)	http://www.theverge.com/2016/10/24/13358120/xprize-competition-water-abundance-womens-safety
Nitriitit maatalouden jätevesistä katalyytillä vedeksi ja typpikaasuksi	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-01/ru-ro010418.php
Sähkötön suolanpoisto 85% grafeenin avulla merivedestä	https://phys.org/news/2017-09-smart-graphene-membrane-desalinate.html
Suolanpoisto vedestä akkuteknologialla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uoia-btc020416.php
Suolanpoisto vedestä dialyysiin perustuen	http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/environment/shocking-trick-to-desalinate-water
Kaivosvesien puhdistus sähkövarauksella	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uof-qcn121015.php
Vedenpuhdistus grafeenilla	http://phys.org/news/2014-02-graphene-affair.html

2.6.55 Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat (055) **

Teknologiakorin kohdealue: Materiaalitekologia etenee nopeasti. Uusia mahdollisuuksia avautuu sekä fysiikan, kemian että biologian kautta. Näitä voidaan tietotekniikan nopeutumisen ansiosta simuloida ja havainnoida virtuaalisesti. Simulointi nopeuttaa uusien materiaaliominaisuuksien löytämistä ja vähentää turhiksi osoittautuvia työläitä laboratorio-kokeiluja. Tämä kori sisältää toiminnallisesti kiinnostavat uudet materiaalit ja niiden virtuaaliset tutkimusmenetelmät. Korin ulkopuolelle jäävät toisaalla tässä raportissa erikseen kuvatut materiaalit.

Kehityksen yleiskuvaus: Älykkäillä materiaaleilla voi olla monia erilaisia ominaisuuksia. Kyse voi olla muotoa muuttavista materiaaleista, sähkömekaanisista, sähkökemiallisista tai optisesti aktiivisista, valosähköisistä termosähköisistä, magneettisista tai katalyyttisistä materiaaleista. Kyse voi olla älykkäistä molekyyleistä, polymeereistä ja happamuuden tai muiden ominaisuuksien suhteen aktiivisista materiaaleista.

Älymateriaaleja voidaan käyttää esimerkiksi sensoreissa ja toimilaitteissa, rakenteissa, optisissa laitteissa, roboteissa, energian varastoinissa ja talteenotossa, biomimetiikassa, eristeissä, tekstiileissä sekä elintarvikke- ja prosessiteollisuudessa.

Uusia materiaaleja kehitetään nykyään simuloimalla molekyyleihin ja niiden rakenteisiin liittyviä ilmiöitä laskennallisilla malleilla. Kun löydetään lupaavia rakenteita, pyritään saamaan ne todellisuudessa aikaan ja mittaamalla selvittämään, vastaavatko todelliset ominaisuudet mallinnettuja.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Materiaalitutkimus on suurelta osin akateemisesti motivoitunutta. Teollisuus on aktiivinen kunkin alan keskeisissä ongelmakohdissa ja erityisesti lyhyen tähtäimen hyötyjä tuottavin osin. Monet materiaalitutkimuksen suuret onnistumiset tapahtuvat perustutkimuksessa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 55																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	0	5	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	5	10	3	3	1	0	0	**140

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Ryhmä on uusi ja perustettu, koska materiaali-tekniikan kehitys on nopeutumassa merkittävästi atomitason simulointitekniikoiden ansiosta. Esimerkkejä on tässä raportissa runsaasti. Tähän kohtaan on listattu muihin ryhmiin kuulumattomia tuoreita tutkimusuutisia.

Luodinkestävä, läpinäkyvä polyuretaani on kehitetty. Se absorboi liike-energian nesteytymällä tilapäisesti. Betonista on saatu itsensä korjaavaa bakteerien avulla. Veden on todettu olevan kiinteässä muodossa huoneenlämmössä hiilinanoputkien sisällä. 2D electrider -materiaalissa on saatu elektronit kaasumaiseen muotoon. Löydökselle odotetaan moninaisia sovelluksia läpinäkyvistä johtimista kemiallisiin katalyytteihin.

Vety on saatu laboratoriossa metalliseen muotoon. Materian uusi olomuoto, aikakristallit on saatu toteutetuksi. Kyse on säännönmukaisesti muotoaan muuttavista olomuotorakenteista. Eläviä soluja on käytetty kankaissa hengittävyttä lisäämään. Grafeenia on käytetty lämpöpatterissa säteilijänä ja hiilen avulla johtimien sähkömagneettista eristävyyttä on parannettu.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (055)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Uusia materiaaleja, yhteenveto 6 tärkeimmästä	http://www.businessinsider.com/futuristic-construction-materials-2014-4
Vety laboratoriossa metalliseen muotoon	https://phys.org/news/2017-01-metallic-hydrogen-theory-reality.html
Malli toimii: CNT platinan tilalle polttokennoissa	https://phys.org/news/2018-01-optimize-nanomaterials-fuel-cell-cathodes.html
Li-rauta-happi-akku mallinnettu, halpa, tehokas	https://www.theregister.co.uk/2018/01/05/battery_whizzes_use_iron_and_oxygen_to_improve_battery_design/
Vesi kiinteää hiiliinoputkissa huoneenlämmössä	http://www.deepstuff.org/researchers-discover-astonishing-behavior-water-confined-carbon-nanotubes/
Aikakristallit - materian uusi olomuoto	http://www.sciencealert.com/it-s-official-time-crystals-are-a-new-crazy-state-of-matter-and-now-we-can-create-them
2D-electride -elektronikaasumateriaali	https://m.phys.org/news/2017-01-scientists-d-electride.html
Hiilellä johtimien eristävyys paremmaksi	http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/vindkraft/article3879035.ece
Grafeenilämpöpatteri	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/green-tech/conservation/graphene-heating-system-dramatically-reduces-home-energy-costs
Elävät solut paidassa säättävät ilmanvaihtoa	http://news.mit.edu/2017/moisture-responsive-workout-suit-0519
Kriittiset metallit ja huoltovarmuus Suomessa	https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/kriittiset-metallit-huoltovarmuus-selvitys-julkaistu/

2.7 Bioteknologia ja farmakologia

Geenimanipulointi on muuttunut huomattavan täsmällisemmäksi ja yleiseksi. Muutos edellisen raportin jälkeen on ollut radikaali. Geenitiedon massiivinen lisäys sekvenssoinnin samanaikaisesti helpottuessa vaikuttaa sekä lääkekehitykseen että biotuotantoon.

Geenitietoon perustuva lääkintä on aiempaa täsmällisempää. Lääkkeitä on tulevaisuudessa entistä helpompi tuottaa. Radikaaleja mahdollisuuksia avaa mm. vanhenemisen mysteerin yhä todennäköisemmältä vaikuttava selviäminen. Terveen eliniän keinotekoisien pidentämisen ohella luvassa on monien vakavien sairauksien syiden selviäminen ja uusien hoitomenetelmien löytäminen. Esimerkiksi RNA-vaimennuksen käyttö lääkinnässä avaa täysin uusia hoitomahdollisuuksia. Kehon omien mekanismien, vaikkapa immuunijärjestelmän ohjaaminen antaa sekin tehokkaita keinoja terveydenhoitoon.

Elinten takaisinkasvatuksessa ja soluviljelyssä on otettu tärkeitä edistysaskeleita, kuten myös elimistön toimintakykyä korjaavien proteesien kehityksessä. Biomateriaalien ja ruoan tuotannossa on myös saavutettu radikaaleja rajapyykkejä.

Bioteknologia ja farmakologia	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
56	Elektroniikan ja biologian kyborgit
57	Radikaali terveen eliniän pidentäminen
58	Nanohiukkaset ja mikrobit elimistössä
59	GMO-tuotetut aineet ja elimet
60	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9
61	Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu
62	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka
63	Elinten korjaaminen ja soluviljely
64	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus
65	Dementian ehkäisy ja hoito
66	Biotekninen liha ja lihaimitaatit
67	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely
68	Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu
69	Biomateriaalien kryogeniikka

2.7.56 Elektroniikan ja biologian kyborgit (056) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen ja muiden eliöiden toimintakykyä voidaan muuttaa keinotekoisesti. Silmälasit ja kuulokoje tai sydämentahdistin ovat kaikki tuttuja esimerkkejä. Proteesien avulla korvataan kehon puutteita, mutta mahdollista on sekin, että toimintakykyä parannetaan eliön luonnollista tasoa paremmaksi kehoon pysyvästi kytketyillä välineillä.

Yleinen kytkeytyminen aivoihin on käsitelty toisaalla tässä raportissa, korissa 1. Tähän koriin kuuluu kyborgimainen toiminnallisuus ihmiseen tai muuhun eliöön elimellisesti liitetyn laitteen avulla.

Kehityksen yleiskuvaus: Proteeseja ja keinoelimiä kehitetään ihmisille moniin eri tarkoituksiin. Raajansa menettäneiden proteesit ovat kehittyneet tunteviksi ja aivojen suoraan ohjattaviksi. Hermoratoja ja sisäelimiä korvataan keinotekoisilla laitteilla. Myös keinosilmät kehittyvät.

Proteesit ovat jo osittain luonnollisia vastineitaan parempia. Keinosilmät voivat esimerkiksi korvata pimeänäkölasit tai erottaa materiaaleja ja nähdä kauas. Keinohaima voi säätää insuliinitasoa luonnollista haimaa paremmin.

Kasvien ja pieneliöiden ominaisuuksia teknologia voi muuttaa yllättävin tavoin. Eliöt voidaan ohjelmoida kasvamaan haluttuihin muotoihin. Ne saadaan myös tuottamaan monimutkaisia materiaaleja ja rakenteita joko sisällään tai ulkopuolellaan. Kasvit voivat tuottaa valoa tai sähköä ja kasvattaa sisäänsä muutakin elektronista toiminnallisuutta.

Digitaalisiin laitteisiin osataan jo yhdistää biologiaa, Eläimen lihassoluja voidaan esimerkiksi käyttää robotin liikuttamiseksi. Toisaalta kokonaisen eliön omaehtoinen ohjaus voidaan korvata digitaalitekniikalla. Eliöiden lisääntymisessä voidaan myös yhä useammin siirtyä keinotekoiseen ympäristöön, kuten keinokohtuun. Tärkeän tutkimushaaran muodostaa digitaalisten implanttien energiansaanti.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tämän alueen kehitys perustuu ensi sijassa akateemiseen sekä lääketieteelliseen motiiviin. On nähtävissä, että elektroniikkateollisuuden aktiivisuus tulee jatkossa kasvamaan, kuten myös sijoittajien ja joukkorahoituksen avulla käynnistettyjen startup-yritysten rooli.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 56																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	0	3	5	5	0	0	1	3	3	10	20	5	1	5	5	0	0	5	***213

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähinnä vastaavat kohdat edellisessä raportissa ovat 2.08 Aivojen korjaaminen ja kykyjen kasvattaminen sekä 2.64 Biorobotit, jotka sijoituivat vastaavasti kolmanteen ja neljänteen ryhmään.

Eteneminen on ollut nopeaa. Yhä parempia silmäimplantteja on kokeiltu. Infrapunaretinaimplanti on kehitteillä ja herkkä retinaproteesi on saatu toimimaan ilman ulkoista energiaa. Hermostollisia ongelmia on korjattu neuraaliproteeseilla. Neuralink-hanke pyrkii vakioimaan hermostokytettä.

Bakteerien avulla on saatu biofilmeihin sähkömagneettisia ominaisuuksia. Implantteihin sopiva kehon sisäinen biopolttokenno on kehitetty. Ihon lämpöä on muutettu sähköksi. Sähkön siirto on toteutettu bioyhteensopivasti ionien avulla. Apinoiden selkäydinvaurio on ohitettu hermorataimplantilla.

Miniatyrisoitua kameraa ja langatonta radioyhteyttä kantavaa torakkaa kyetään kauko-ohjaamaan auttavalla tarkkuudella. Myös heinäsiirto on kauko-ohjattu. Rauskun tavoin uiva robotti on toteutettu rotan sydänsoluja käyttäen. Elävään kasviin on imeytetty sähkönjohtimia ja elektroniikkaa mukaan lukien transistori ja logiikkapiiri. Valoa tuottava GMO-kasvi on siementänyt.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (056)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Keinokohtua testattu karitsoilla	https://www.theguardian.com/science/2017/apr/25/artificial-womb-for-premature-babies-successful-in-animal-trials-biobag
AI ohjaa aivoimplanttia mielialaongelmien ehkäisemiseksi	https://www.nature.com/news/ai-controlled-brain-implants-for-mood-disorders-tested-in-people-1.23031
Aivoimplantti parantaa muistia 15%	https://www.nytimes.com/2018/02/06/health/brain-implant-memory.html
Kauko-ohjattava sudenko- rento (kyborgi)	http://www.smithsonianmag.com/innovation/turning-dragonflies-drones-180962097/
DARPA: Bioninen käsi, ohjaus ajatuksilla	https://singularityhub.com/2016/02/18/this-remarkable-robot-hand-is-worthy-of-luke-skywalker/
Kyborgiolympialaiset - useita proteeseja	https://www.facebook.com/quartznews/videos/1144632095570491/
Implantilla selkäytimen hermoratojen ohitus apinoilla	http://www.smithsonianmag.com/science-nature/wireless-brain-computer-network-helps-paralyzed-monkeys-walk-humans-could-be-next-180961049/
Robottirausku rotan sydän- soluista	http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-hardware/a-cyborg-stingray-made-of-rat-muscles-and-gold
Implantteihin sopiva bio- polttokenno	http://www.rdmag.com/article/2016/11/researchers-develop-biofuel-cell-energy-storage
Selkäydinimplantti palauttaa kävelyn	http://gizmodo.com/watch-this-spinal-cord-implant-revive-the-legs-of-a-par-1560697896
Kameraa kantavan torakan kauko-ohjauslaite	https://www.theguardian.com/science/2015/mar/04/cockroach-robots-not-nightmare-fantasy-but-science-lab-reality
Ihon lämpö sähköksi	http://newatlas.com/ncsu-wearable-thermoelectric-generator/45389/
Aivoimplantilla 8 sanaa minuutissa	http://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/bionics/new-recording-for-typing-by-brain-paralyzed-man-uses-brain-implant-to-type-8-words-per-minute
Kyborgikasviin elektroniikkaa	http://gizmodo.com/scientists-have-created-a-cyborg-rose-1743933339
Halvaantunut tuntee robot- tikäden aivoimplantilla	https://www.washingtonpost.com/news/to-your-health/wp/2016/10/13/in-a-medical-first-brain-implant-allows-paralyzed-man-to-feel-again/
Bakteereilla biofilmehin sähkömagneettisia ominaisuuksia	http://www.natureworldnews.com/articles/6420/20140324/mit-researchers-develop-living-material-using-e-coli.htm
Selkäytimen hermosignaali käsi proteesille	http://www.rdmag.com/news/2017/02/prosthetic-arm-technology-detects-spinal-nerve-signals
Kauko-ohjattavia heinäsiir- koja pomminhaisteluun	https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/07/06/navy-grants-750000-to-develop-cyborg-locusts-to-sniff-out-bombs/
Bioyhteensopivasti ioneilla sähköä siirtävä paristo	https://www.nature.com/articles/ncomms15609
Keinosilmä asennettu ihmiselle	http://bionicvision.org.au/eye
Ihon lämmöllä toimiva kello	http://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/consumer-electronics/gadgets/this-smart-watch-will-charge-itself-using-the-heat-of-your-skin

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (056)	
Pentagonin tekoälyproteesit myyntiin	https://phys.org/news/2017-06-advanced-prosthetic-arms-pentagon-sale.html
Magneettinen keinoasti ihmisille	http://www.smithsonianmag.com/innovation/artificial-sixth-sense-helps-humans-orient-themselves-world-180961822/
Neuroproteeseilla korjataan neurologisia häiriöitä	http://www.npr.org/sections/health-shots/2014/05/27/316129491/military-plans-to-test-brain-implants-to-fight-mental-disorders
Valokasvi siementää	http://www.smh.com.au/technology/sci-tech/glowinthedark-plants-a-step-closer-as-avatars-seeds-bear-fruit-20140117-30zhe.html
Selkärankahermoimplantti	http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/11333719/Cyborg-spinal-implant-could-help-paralysed-walk-again.html
Keinotekoinen lihas auttaa sydäntä	https://www.wired.com/2017/01/robots-coming-heart/
Herkkä retinaproteesi ilman ulkoista energiaa	http://www.medicalnewstoday.com/articles/286352.php
Pehmeään piilolinssiin langattomasti sähkö ja tietoliikenne	http://advances.sciencemag.org/content/4/1/eaap9841
Kooste ihmisen kykyjen laajentamisesta urheilussa	http://www.wired.co.uk/article/sport-science-technology-human-performance
Hermoimplantit liikehermojen korjauksessa - esittelyvideo	https://www.facebook.com/ScienceNaturePage/videos/810586075740319/
Musk julkistaa Neuralink -hankkeensa	https://futurism.com/dont-edit-elon-musk-just-outlined-how-hell-merge-the-human-brain-and-ai/
Sähköä "syövä" bakteeri	http://www.tekniikkatalous.fi/kemia/tallaista+elamaa+ei+pita-nyt+olla+olemassakaan++sahkoa+syovat+bakteerit+laittavat+oppikirjat+uusiksi/a1044302
Augmented human - proteesikooste	https://www.facebook.com/futurism/videos/520599168119287/
Bioninen silmä sokealle	https://www.theguardian.com/science/2016/dec/22/blind-nhs-patients-to-be-fitted-with-pioneering-bionic-eye

2.7.57 Radikaali eliniän pidentäminen (057) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisillä ja muilla nisäkkäillä on vanhuusikä, jona aikana elimistön uusiutuminen hidastuu tai pysähtyy ja rappeutuminen nopeutuu. Aivan jokaisella kalalajilla tai matelijalla vanhuus ei ilmene samalla tavalla. Esimerkiksi kilpikonnapopulaatio vaikuttaa ikääntyessään muuttuvan keskimäärin yhä terveemmäksi.

Vanhenemisen mekanismit ovat selviämässä monella eri tasolla. Vanhuutta ja siihen liittyviä sairauksia voidaan koe-eläimillä myöhentää. Tervettä elinaikaa saadaan pidennettyä useilla eri tavoilla ja osa näistä menetelmistä on siirtynyt ihmiskokeisiin.

Kehityksen yleiskuvaus: Ihmisen terveen eliniän keinotekoista pidentämistä tutkimaan on perustettu useita riskisijoittajien rahoittamia yrityksiä. Vanhuusiän sairauksien tutkimus on myös laajaa. Valtaosa tutkimuksesta suoritetaan hiirillä niiden helpon lisääntymisen ja lyhyen eliniän vuoksi. Tutkimuksissa oletetaan vanhenemisen mekanismi hiirillä ja ihmisillä toisiaan vastaavaksi. Hiirten tervettä elinikää on onnistuttu pidentämään useilla eri tekniikoilla noin 30%.

Vanhenemiseen vaikuttaa solujen rappeutuminen niihin kertyvien myrkkyjen ja mitokondriossa käynnistyvän itsetuhoisen toiminnan vuoksi. Solujen elinikään ja vaurioitumiseen vaikuttavia tekijöitä on löydetty kehon, elinten ja solun itsensä tasolla. Sirt1-geenillä ja siihen liittyvillä proteiineilla on havaittu olevan solun ikääntymiseen liittyviä vaikutuksia. Kantasolujen syöpää estävien telomeerien lyheneminen on yksi ilmeinen vanhenemisen syy.

Useat solujen tai elinten väliseen signaalointiin käytetyt proteiinit näyttävät vaikuttavan elinikään, kuten myös vanhojen solujen tehokas poisto elimistöstä. Signaloinnin merkitys vahvistaa sitä oletusta, jonka mukaan keho itse nopeuttaa vanhenemistä parhaan lisääntymisajan jälkeen ja tämän itsetuhoisen toiminnan käynnistää jokin kehon oma elin, luultavimmin hypothalamus. Hiirikokeissa ihon, lihasten, sydämen ja aivojen ikääntymiseen liittyviä oireita ja sairauksia on saatu parannetuksi. Kyse ei ole vain vanhenemisen hidastamisesta vaan elimistöä on saatu nuorennettua ja jopa vanhuuteen liittyviä muistisairauksia parannettua.

Resursointi ja kehittymotiivi: Eliniän pidentämisen tutkimus ei jostakin syystä ole akateemisesti kovinkaan aktiivista. Tuloksia ovat saaneet verrattain pienet tutkimusryhmät ja aihealueen aktivistit. Suuri osa rahoituksesta on peräisin joko ikääntymistä pelkääviltä miljonääreiltä ja miljardööreiltä tai vanhuuden sairauksiin parannuskeinoja etsiviltä lääkeyhtiöiltä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 57																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	0	3	0	0	3	1	0	3	5	20	5	0	5	5	3	0	10	5	***204

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.06 Eliniän pidentäminen ja ikääntymisen hidastaminen ja se sijoittui kolmanteen ryhmään. Sen jälkeen ensimmäiset viralliset ihmiskokeet on aloitettu. Telomeraasista on löytynyt on/off-vipu. Nuoren hiiren veri nuorentaa vanhaa hiirtä, kuten myös solujen uudelleenohjelmointi.

Ihon, lihasten, maksan ja sydämen nuorentamisessa on onnistuttu hiirikokeissa. Mitokondrion ja SirT1-geenin roolia ikääntymisessä on vahvistettu useissa tutkimuksissa. Metyleenin sinisen on havaittu estävän progeriaa eli ennenaikaista vanhenemistä ja sen uskotaan vaikuttavan myös normaaliin vanhenemiseen. Hel-1/FOXO vaikuttaa vanhenemisen säätelyyn.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (057)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Solujen uudelleenohjelmointi nuorentaa (hiiriä)	http://medicalxpress.com/news/2016-12-scientists-reverse-aging.html
Hiiren robusti rejuvenaatio 5-7 vuoden päässä sanoo ADG	https://www.nextbigfuture.com/2017/12/aubrey-de-grey-interviewed-by-nextbigfuture-on-agex-and-progress-to-radical-life-extension.html
Sirt1 estää metabolista stressiä, vanhenemista	http://phys.org/news/2014-01-protein-sirt1.html
Nuori veri nuorentaa vanhaa hiirtä	http://www.nature.com/news/young-blood-anti-ageing-mechanism-called-into-question-1.17583
Lihassoluja nuorennettu NAD/Mitokondrio	http://www.bbc.co.uk/news/health-25445748
Ikääntymisen estäminen (progeria-tutkimus, methylene blue)	http://cmns.umd.edu/news-events/features/3352
Vanhenemisen esto (iho) Granzyme B -eliminoiti, hiirikoe	http://www.geek.com/science/scientists-accidentally-stop-skin-aging-in-mice-1611888/
Mitokondrion roolia ikääntymisen lykkäämisessä vahvistava tulos	https://futurism.com/researchers-have-found-a-way-to-delay-aging/
Nuorentaminen verellä	http://www.theguardian.com/science/2015/aug/04/can-we-reverse-ageing-process-young-blood-older-people
Sydämen kantasolut lisäsivät 20% vanhojen hiirten liikkuvuutta	http://edition.cnn.com/2017/08/14/health/cardiac-stem-cells-make-rats-younger-study/index.html
Ikääntymisen hidastaminen vanhojen solujen tappamisella	http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/accel.12344/abstract
Eliniän pidentäminen HEL-1/FOXO, koe madoilla	http://www.pnas.org/content/early/2015/07/16/1505451112
Ikääntymisen genetiikkaa selvitetään	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/12/151201113917.htm
Maksasolujen ikääntymisen hidastus mitokondrioita manipuloimalla	http://emboj.embopress.org/content/early/2016/02/02/emboj.201592862
Ikääntymisen esto - lääketesti alkaa	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/preliminary-results-early-human-trials-anti-aging-formulas-reveal-no-adverse
Telomeraasista on/off -vipu	http://www.sciencealert.com.au/news/20142409-26223.html
HLI Human Longevity Inc	http://www.humanlongevity.com/

2.7.58 Nanohiukkaset ja mikrobotit elimistössä (058) **

Teknologiakorin kohdealue: Olemme tottuneet syömään lääkkeitä ja syöttämään niitä myös hallussamme oleville sairaille eläimille. Suoritamme mittauksia ja kirurgisia operaatioita elimistössä. Miniaturisointi mahdollistaa sen, että nielemme tai pistämme suoniimme itsenäisesti toimivia laitteita.

Tunnetuin ihon alle sijoitettava laite, sydämentahdistin on melko suurikokoinen. Miniaturisoidut laitteet voivat suorittaa esimerkiksi mittauksia tai kohdistettua ja aikataulutettua lääkeannostelua. Tähän koriin kuuluvat myös niin sanotut nanokoneet eli molekyyllitasoiset

tiettyjä tehtäviä varten suunnitellut kehoon ruiskutettavat tai nieltävät biomekaaniset rakenteet. Näiden tavoitteena voi olla esimerkiksi syöpäsolujen tuhoaminen.

Kehityksen yleiskuvaus: Miniatyrisoinnin haaste on selkeä, ja sitä on ratkottu laajasti elektroniikan ja materiaalitekniikan piirissä. Bioyhteensopivuus tarkoittaa sitä, että kehon sisään sijoitettavat hiukkaset eivät aiheuta kehossa haitallisia reaktioita. Biohajoavuus on tärkeää, jos laite on tarpeen vain lyhyen ajan. Biohajoavaa laitetta ei tarvitse poistaa kirurgisesti elimistöstä.

Mikrobotti voi kulkea kehossa luonnollisella tavalla elintoimintojen aiheuttamien virtojen mukana. Siihen voidaan myös kehittää ohjattavuutta esimerkiksi ulkoisen magneettikentän tai itsenäisen voimanlähteen ja liikkeen avulla. Itseohjautuvan mikrobotin tulisi omata tarvittava reittitieto. Ulkopuoliseen ohjaukseen tarvitaan kehon läpäisevää sähkömagneettista tai kemiallista viestintään. Jos mikrobotti kuluttaa energiaa enemmän kuin siihen itseensä kyetään varastoimaan, on sen hankittava energia ympäristöstään.

Mikrobotteja pienemmät nanokoneet suunnitellaan tavallisesti leviämään kehoon runsain joukoin. Olennainen tutkimus liittyy siihen, miten ne tunnistavat kohteensa, esimerkiksi syöpäsolun, ja kuinka ne kykenevät tunkeutumaan sen sisään.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tämän aihealueen tutkimusmotiivit ovat osin akateemisia sekä lääketieteellisiä. Mahdollisuuksien kasvaessa vaikuttaa ilmeiseltä, että elektroniikka-teollisuuden ja riskisijoittajien kiinnostus kasvaa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 58																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	0	0	5	0	3	0	0	1	0	0	10	3	3	0	0	3	0	0	5	**132

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.05 Nano-hiukkasten ja mikrobottien käyttö tautien hoidossa ja se sijoittui neljänteen ryhmään. Niel-tävien tai verisuonistossa kulkevien kapselien kehitys on tämän jälkeen ollut nopeaa.

Elimistön energiaa käyttävä pillerikamera, solun sisällä motorisoidusti liikkuvat nanoko-koiset robotit, nanotason kehon sisäinen lääkejakelu, etäohjattavat ja biohajoavat lääkeim-plantit ja muut etäohjattavat ihon alaiset lääkesirut, syöpää etsivät nanobotit ja halvaantu-neen raajan aktivointi neuroimplanteilla kuuluvat kaikki aiemman raportin jälkeisiin uusi-siin. Nanobottien ohjaamista DNA:n avulla, mikroparistoja, kehon sisäistä tietoliikennettä ja syövän tappamista mikrobottien ja nanokoneiden avulla on nyt myös jo kokeiltu.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (058)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Soluenergialla toimiva mikropiiri	http://www.ecnmag.com/news/2015/12/columbia-engineers-build-biologically-powered-chip
Etäsäädettävä lääkeimplantti, eh-käisy päälle/pois	http://www.technologyreview.com/news/528121/a-contracep-tive-implant-with-remote-control/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (058)	
Kehon sisäinen laite viestii langattomasti	http://eecs.umich.edu/eecs/about/articles/2016/Injectable-Computers-Can-Broadcast-from-Inside-the-Body.html
Nanoboteilla leukemian hoitoa	http://nextbigfuture.com/2015/03/ido-bachelet-dna-nanobots-summary-with.html
DNA-nanobotteja syövän hoitoon	http://cacm.acm.org/magazines/2015/4/184703-molecular-moonshots/fulltext
Ohjelmitava ihon alainen lääke-siru	http://www.cnet.com/news/remote-controlled-chip-implant-could-be-the-future-of-contraceptives/
Nanopartikkelit puhdistavat verisuonia	https://www.sciencenews.org/article/nanoparticles-beat-back-at-atherosclerosis
DNA-ohjelmitavia nanobotteja	http://www.popsci.com/article/science/nano-robots-compute-dna-installed-living-cockroach
Biohajoava implantti	https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10152824561419909&set=gm.672970076153935&type=3
Antenni&elektroniikkaa ihon alle grafeenista	http://phys.org/news/2015-12-graphene-wearable-devices.html
Nanobottimoottoreilla lääkkeitä hiiren kehoon	http://www.gizmag.com/nanobot-micromotors-deliver-nanoparticles-living-creature/35700/
Robottisukellus solun sisään	http://www.scienceworldreport.com/articles/12786/20140210/first-nanomotors-ever-controlled-inside-living-cells.htm
Riisinyvän kokoinen mikroparisto biotelemetriaan	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/biomedical/devices/graphene-based-microbattery-ushers-in-new-age-for-biotelemetry
Nanobottien ohjaus magneeteilla kehossa	http://www.theverge.com/2014/10/28/7085023/google-wants-to-flood-your-body-with-tiny-magnets-to-search-for
Nanokapselit tappavat syöpäsolut	http://gemini.no/en/2014/09/killing-cancer-cells-with-super-glue/
Bakteerit pienlaitteiden voimallään	https://phys.org/news/2016-07-scientists-simulate-tiny-bacteria-powered-windfarm.html
Pilleri lähettää viestin, kun se niellään, FDA hyväksynyt	https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm584933.htm
Mikromoottorien ohjaamat lääkkeet paransivat vatsahaavan	https://www.newscientist.com/article/2144050-tiny-robots-crawl-through-mouses-stomach-to-heal-ulcers/
Nanokoneita kokeiltu syöpää vastaan	http://www.sciencemag.org/news/2017/08/nanomachines-drill-holes-cancer-cells
Syöpää hakeva nanorobotti	https://www.scientificamerican.com/video/south-korea-develops-worlds-first-c2014-01-05/
Nanosensoreita kehoon - pulloharjapolymeeri	http://www.engadget.com/2014/11/19/mit-polymer-medicine-nanotech/
Pillerikamera, Smithsonian	https://www.smithsonianchannel.com/videos/a-pill-that-takes-up-to-50000-photos-of-your-insides/33935
Nanotason lääkejakelu, biohyteensopiva Halloysite	http://www.rdmag.com/news/2015/10/halloysite-finally-promising-natural-nanomaterial?et_cid=4898946
DNA-ohjelmointikieli	http://www.washington.edu/news/2013/09/30/uw-engineers-invent-programming-language-to-build-synthetic-dna/

2.7.59 GMO-tuotetut aineet ja elimet (059) **

Teknologiakorin kohdealue: Kaikki elintarvikkeidemme raaka-aineet ja suuri osa tavaroidemme raaka-aineista ovat eloperäisiä. Näiden lisäksi merkittävä osa muistakin ihmisten käyttämistä aineista on kasvien, eläinten ja muiden eliöiden tuottamia. Me olemme keksittäneet ja jalostaneet eliöitä, jotta saisimme ne tuottamaan itsellemme mahdollisimman sopivia raaka-aineita. Geenimanipulointi tarjoaa jalostukseen verrattuna lähes rajattomalta tuntuvat mahdollisuudet uusien eloperäisten materiaalien ja tuotteiden kehitykseen.

Kehityksen yleiskuvaus: Geenit ohjaavat proteiinituotantoa. Muokkaamalla eliöiden geenejä, ne saadaan tuottamaan haluttuja proteiineja ja niiden avulla muita aineita, joita kyseiset eliöt eivät normaalisti tuottaisi samassa määrin tai ollenkaan. Yksinkertaisimpia muokattavia ovat bakteerit ja hiivat sekä eliöiden toimintaan vaikuttavat virukset. Näiden avulla on tuotettu monia erilaisia materiaaleja lääkkeistä helmiäisen kaltaisiin rakenteisiin.

Kasvien geenimuuntelun avulla ne voidaan saada tuottoisammiksi tai kestävämpiin ympäristön rasituksiin paremmin. Kasveja voidaan myös kehittää esimerkiksi sisäviljelyyn tai muuttamaan ilmastoon paremmin sopiviksi. Perimän muuntelun avulla tutkitaan myös keinoelintuotantoa.

Geenimuuntelun avulla voidaan saada tavallisista soluista kantasoluja. Parhaillaan tutkitaan tämän avulla, onko lisääntyminen ilman siittiöitä tai munasolua mahdollista. Kun tavallisia soluja muutetaan kantasoluiksi, voidaan soluviljelyä soveltaa lääketieteen lisäksi elintarviketuotannon mittakaavassa.

Solujen geenimuuntelulla voidaan ihmisen oma keho saada toimimaan lääkinnällisellä tavalla. Mikrobin muuntelulla voidaan vaikuttaa maaperään tai biofilmeihin. Bakteerit saadaan ohjattua tuottamaan elatusmaljassa akkuja tai aurinkopaneeleja ja monia muita rakenteita.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimusmotiivi on suurelta osin akateeminen. GMO-viljelyn osalta motiivi on kaupallinen ja osin yhteiskunnallinen, kuten Kiinan ja Intian elintarviketuotannossa. Lääketieteellinen hoidollinen motiivi on merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 59																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	0	3	10	3	5	1	3	0	0	0	5	3	0	0	3	5	0	0	0	**164

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaavat ryhmät olivat 2.04 Geenitietoon perustuvat lääkkeet ja 2.71 Geenimuunnellut organismit monikäyttöisten materiaalien tuottajina, jotka sijoittuivat molemmat toiseksi korkeimpaan ryhmään. Tämän jälkeen hiiren munasolu on saatu tuotetuksi aikuisen hiiren kantasolusta kehon ulkopuolella. Geenimanipuloinnin avulla on tuotettu virus, joka tappaa syövän. Syöpä ja HIV on myös saatu talttumaan geeniterapian avulla sekä muokkaamalla kehon immuunijärjestelmää. Parkinsonin tautiin on onnistuneesti käytetty kantasoluhoidtoa.

Bakteerit on saatu tuottamaan useita lääkeaineita geenimanipuloinnin avulla. GMO-riisin fotosynteesiominaisuuksia on parannettu ja riisi on saatu kasvamaan suolaisessa vedessä. Geenimuunneltujen bakteerien avulla on tuotettu biofilmiä ja siihen nanokokoisia kulta-hiukkasista koottuja sähkönjohtimia. Ihmisen varaosia on kasvatettu geenimuunnellun sian elimistössä. DNA-pohjainen kasvava tietokone on osoitettu mahdolliseksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (059)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Leukemia 17 potilaalla hoidettu modifioituilla T-soluilla	http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2017.72.8519
Hiiren munasolu aikuisen kantasolusta	http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature20104.html
GMO-mikrobit lannoittavat kasveja	http://www.sciencemag.org/news/2017/04/genetically-engineered-microbes-make-their-own-fertilizer-could-feed-world-s-poorest
Monen eri syövän hoitoon yleisratkaisu	http://www.sciencecodex.com/new_general_concept_for_the_treatment_of_cancer-131015
Kestävä, moniin tehoava rokotesuoja kariesta vastaan	https://www.nature.com/articles/s41598-017-10247-8
Rasvasolut muiden kudosten kantasoluhoidossa	http://www.sciencealert.com/new-stem-cell-treatment-using-fat-cells-could-repair-any-tissue-in-the-body
GMO-solut kasvavat haluttuihin 3D-muotoihin	https://phys.org/news/2017-12-hack-cell-biology-d-tissue.html
Kasvava DNA-tietokone mahdollinen	https://phys.org/news/2017-03-scientists-reveal-super-fast.html
Geneerinen flunssarokote	http://www.bbc.co.uk/news/health-24175030
Ihmisen varaosia kasvatettu sian elimistössä	http://www.bbc.com/news/health-36437428
GMO-riisin fotosynteesin mahdollisuudet	http://longnow.org/seminars/02016/mar/14/radical-ag-c4-rice-and-beyond/
Bakteerien ohjelmointi tuottamaan proteiineja	http://www.scienceworldreport.com/articles/9855/20131001/scientists-uncover-hidden-feature-genetic-code-control-protein-production.htm
Nopea rokotevalmistus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/byuceh111815.php
Anti-CD47 syöpähoito ihmisko-keisiin	https://med.stanford.edu/stemcell/CD47.html
Kiinassa kehitetty uusi suolavedessä kasvava riisilajike	https://nextshark.com/china-invents-rice-can-grow-salt-water-can-feed-200-million-people/
Vähägluteiininen GMO-vehnälaajike luotu	http://www.independent.co.uk/news/science/low-gluten-wheat-coeliacs-genetic-engineering-eaten-safe-ge-foods-a8078866.html
Crispr-Cas9 nopeuttaa biomateriaalien tuotantoa	http://phys.org/news/2016-01-crispr-cas9-tool-production-bio-fuel-precursors.html
Lisääntymistä ilman munasolua tutkitaan	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/creating-babies-without-eggs-may-one-day-be-possible-thanks-to-ground-breaking-new-research/
Viruspohjainen hoito Ebolaan	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uopnsh021216.php

2.7.60 Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9 (060) **

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisen ja muiden eliöiden genomien muuntelulle on monia syitä sairauksien parantamisesta ominaisuuksien parantamiseen ja materiaalien tuotantoon. Geenimuuntelun avulla tuotetut materiaalit ja keinoelämä on käsitelty toisaalla ko-reissa 59 ja 61. Tähän koriin kuuluvat geenimuuntelun varsinaiset uudet tekniikat ja lisäksi niiden hoidollinen käyttö perinnöllisten virheiden korjauksessa sekä sellaisessa muuntelussa, jonka tavoitteena ei ole materiaalityöntä.

Kehityksen yleiskuvaus: Geenimuuntelua on harjoitettu pitkään. Aluksi se perustui satunnaisia mutaatioita aiheuttavaan säteilyyn tai solumyrkkyihin. Muutoksia aiheuttavat vektorit on vähitellen saatu yhä tarkemmiksi. Nykyisin käytetty tekniikka perustuu bakteerien puolustusmekanismiin. Crispr/Cas tekniikka juontaa juurensa bakteerin pyrkimykseen torjua bakteriofaagien ja plasmidien vaikutukset omaan perimäänsä.

Crispr/Cas -variaatioita on useita. Niissä käytetyn tekniikan helppous ja luotettavuus vaihtelevat. Yksinkertaisimmillaan kyse on "autotallitason" laboratoriosta, jonka tarvikkeita myydään innokkaille harrastelijoille erittäin halvalla. Tarvittavat materiaalit maksavat kymmeniä tai satoja euroja ja oppaita GMO-tekniikan käyttöön on vapaasti saatavilla.

Uusimmat tekniikat ovat niin tarkkoja, että niiden avulla kymmeniä perintötekijöitä kyetään muuttamaan samanaikaisesti ja varmistamaan muutosten onnistumisesta. On myös kehitetty tekniikoita, jotka voivat tehokkaasti ja laajavaikutteisesti korjata yksittäisen mutaation aiheuttaman virheen aikuisen ihmisen koko elimistössä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi on pääosin elintarviketeknologiaan, lääketieteeseen, tai bioteknologiaan liittyvä tuotekehitys tai syvä harrastuneisuus. Vaikea on sulkea pois terroristisessa tai sotilaallisessa tarkoituksessa rahoitettua kehitystä. Tutkimus etenee laajapohjaisesti ja nopeasti.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 60																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	0	0	5	0	3	0	0	5	0	0	10	5	0	0	3	5	0	3	0	**195

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Perimän editointitekniikat ovat uusi kategoria ja synnytetty, koska menetelmien käyttö laajenee ja ne kehittyvät nopeasti. Crispr-Cas9 -menetelmästä on tullut laajasti markkinoitu, halpa, verrattain tarkka ja helppokäyttöinen. Sitä on kirjoitushetkellä jaettu jo kymmeniä tuhansia kertoja tutkijoiden käyttöön. Vastikään keksityt Crispr-Cif1, Crispr/Cas13 ja Crispr/Cas3 -tekniikat ovat vielä tarkempia.

Hiivan yksi kokonainen kromosomi on tuotettu synteettisesti ja istutettu takaisin hiivaan, joka on sen jälkeen lisääntynyt. Solutyyppien vaihto on saatu onnistumaan. Perinnöllinen sydäntauti on editoitu pois sikiöstä USAssa, ja vastaava sairaus on poistettu alkioista Kiinassa. Aikuisen ihmisen perinnöllinen sairaus on poistettu hänen elimistöstään. DNA-editointiin tarkoitettun kävelijän toiminta kyetään kuvantamaan. Crispr on osoitettu mahdolliseksi ratkaisuksi antibioottiresistenssin aiheuttamaan terveydenhuollon kriisiin.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (060)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Crispr-Cas13 aiempia tarkempi DNA-editointi	https://www.wired.com/story/new-science-could-sharpen-crispr-gene-editing-scalpel/
Crispr editoi perimää yhden emäksen tarkkuudella	http://www.theverge.com/2016/4/20/11450262/crispr-base-editing-single-nucleotides-dna-gene-liu-harvard
Perinnöllinen sydäntauti editoitu sikiöstä pois USAssa	https://www.nytimes.com/2017/08/02/science/gene-editing-human-embryos.html?_r=0
Solutyypin vaihto CRISPR-tekniikalla	http://naturalsciencenews.com/2016/08/13/modified-crispr-technique-shows-great-promise-for-gene-therapy-applications/
Geenin ilmentymistä säädelty sähköisesti E.Coliassa	http://www.nature.com/articles/ncomms14030
Kiinassa poistettu ihmisalkiosta perinnöllinen sairaus	http://www.bbc.com/news/health-41386849
DNA-kävelijät ja nanotason kuvantaminen	https://phys.org/news/2017-02-super-resolution-reveals-mechanics-tiny-dna.html
CRISPR-modifikaatio estää tarkoituksettomat mutaatiot	https://www.researchgate.net/blog/post/crispr-modification-overcomes-major-hurdle-to-human-treatments
Epigeneettinen CRISPR-terapia kehittyy nopeasti	https://gizmodo.com/a-modified-crispr-could-treat-common-diseases-without-e-1821067896
Antibioottiresistenssin ratkaisuun CRISPR?	https://www.technologyreview.com/s/604126/edible-crispr-could-replace-antibiotics/?set=604202
Crispr-CAS3 antibioottikriisin ratkaisuksi?	https://techcrunch.com/2016/12/21/move-over-cas9-crispr-cas3-might-hold-the-key-to-solving-the-antibiotics-crisis/
Hemofilia B:n parantaminen geeniterapialla	http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1708538
Crispr-Cas9 & perimän räätälöinti ®ulaatio	https://www.washingtonpost.com/news/science/wp/2015/12/01/historic-summit-on-gene-editing-and-designer-babies-convenes-in-washington/
Crispr-Cas9 - postimyyntiki-teillä jokainen geenitohtoriksi	https://www.scientificamerican.com/article/mail-order-crispr-kits-allow-absolutely-anyone-to-hack-dna/
Solujen ohjelmointikieli	http://phys.org/news/2016-03-language-cells.html
Laajoja visioita Crispr-sovelluksiksi	http://www.newyorker.com/magazine/2017/01/02/rewriting-the-code-of-life
CRISPR-nykytila (TED-katsaus)	http://www.ted.com/talks/ellen_jorgensen_what_you_need_to_know_about_crispr
Ihmiskalkioita CRISPR-modifioitu Karoliinisessa instituutiossa	http://www.sciencealert.com/a-swedish-scientist-is-using-crispr-to-genetically-modify-healthy-human-embryos
Crispr-CAS9 -sovelluksia	http://www.nature.com/news/hiv-overcomes-crispr-gene-editing-attack-1.19712
Crispr/Cas -materiaalien edullinen verkkokauppa	https://www.genscript.com/crispr-products.html?src=pullmenu
Crispr-CAS3 menetelmä eteen	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/06/170629142850.htm
Crispr-CAS9 editoituja soluja ihmisen syöpää parantamaan	https://www.scientificamerican.com/article/crispr-gene-editing-tested-in-a-person-for-the-first-time/?WT.mc_id=SA_FB_HLTH_NEWS
Crispr/Cas9 -editoinnin verkkokurssi	http://powered.synthego.com/how-to-conduct-successful-crispr-experiments-ebook

2.7.61 Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu (061) **

Teknologiakorin kohdealue: Luonto on ihmiselle edelleen monella tavalla mysteeri. Suurin osa lääketieteen tutkimuksesta on hakuammuntaa. Koe-eläimillä hyvin onnistuneet kokeet epäonnistuvat ihmisillä toistettuina usein ja toisinaan sydänlääkkeeksi kehitetystä aineesta tuleekin yllättäen potenssilääke. Tietotekniikan avulla kehitys on muuttumassa halitummaksi.

Solujen toimintaa voidaan simuloida tietokonemallien avulla. Lääkeaineiden vaikutus voidaan esimerkiksi simuloinnissa testata yksilön perimää vastaavissa soluissa ja kussakin elimistön solutyypissä erikseen. Toisaalta solujen mallintaminen ja simulointi tarjoavat mahdollisuuden suunnitella ja testata geneettisesti muunneltuja organismeja ennen niiden varsinaista kehittämistä. Tämä avaa myös tehokkaan reitin täysin synteettisen elämän luomiseksi ja jopa virtuaaliselle elämälle.

Kehityksen yleiskuvaus: Solubiologian tuntemus on kasvanut jatkuvasti. Soluaineenvaihdunta ja signalointi sekä perimän toiminta tunnetaan nyt niin hyvin, että tutkijat pystyvät mallintamaan merkittävimmän osan solun toiminnan kannalta olennaisista vuorovaikutuksista. Ihmisen solujen simulointi lääketestauksen kannalta hyödyllisellä tasolla ei kuitenkaan vielä onnistu, mutta pidetään mahdollisena, että siihen tavoitteeseen päästäisiin jo vuoteen 2025 mennessä.

Solujen simulointimalleja käytetään keinotekoisten solujen suunnitteluun. Näitä onkin jo tuotettu useaan eri tarkoitukseen. Tutkijat ovat mm. luoneet solun, jonka uskovat vastaavat varhaisia soluja maapallon esihistoriassa ja saaneet sen lisääntymään itse. Keinosolut voivat suorittaa erilaisia tehtäviä, kuten torjua saasteita, tuottaa energiaraaka-aineita tai muita raaka-aineita ja tavaroita.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Pääasiallinen tutkimusmotiivi on akateeminen.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 61																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	1	5	1	10	0	0	0	1	0	5	0	5	5	1	3	3	3	5	**144

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta oli 2.68 Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu. Se sijoittui toiseksi korkeimmalle tasolle. Tuoreina kehitysvaiheina hiivan perimä on 30% osalta vaihdettu synteettiseksi. Synteettinen eliö 6-kirjaimisella DNA:lla on osoittautunut stabiiliksi. Synteettinen bakteeri on toiminnallinen 473 geenillä. Solun simulointimalli ja avoimen koodin synteettinen biologia etenevät. Wyss-instituutissa on kehitetty RNA-pohjainen biotietokone.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (061)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Synteettinen hiiva (30%) tuotettu Sc2.0	https://www.washingtonpost.com/news/speaking-of-science/wp/2017/03/09/scientists-create-designer-yeast-in-major-step-toward-synthetic-life/
Synteettinen eliö 6-kirjaimisella DNA:lla stabiili	http://www.pnas.org/content/114/6/1317.abstract
Avoimen koodin synteettinen biologia, ongelmia	http://radar.oreilly.com/2015/10/open-source-lessons-for-synthetic-biology.html
Synteettinen bakteeri 473 geeninä	http://gizmodo.com/mad-scientists-created-synthetic-bacteria-with-only-473-1766686722
Solun simulointimalli	http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=scientists-successfully-model-a-living-cell-with-software&WT.mc_id=SA_Facebook
RNA-pohjainen biotietokone Wyss-instituutissa	http://www.kurzweilai.net/a-living-programmable-biocomputing-device-based-on-rna

2.7.62 Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka (062) **

Teknologiakorin kohdealue: Lääketieteessä ja erityisesti solubiologiassa tapahtuu jatkuvasti merkittävää kehitystä. Solujen aineenvaihdunta, solujen välinen signalointi ja elinten toiminta ovat merkityksellinen kokonaisuus erityisesti kasvamisen, hyvinvoinnin ja sairauksien kontekstissa.

Solujen toimintaan vaikuttaa ympäristön lisäksi solujen genetiikka ja epigenetiikka. Näiden ja ympäristön yhteisvaikutus aiheuttaa monia sairauksia ja muita toiminnallisia häiriöitä. Tähän koriin kuuluvat soluaineenvaihdunnan löydökset ja tautien genetiikka. Ihmisen omien solujen tärkein ympäristö on kehon sisäinen mikrobiome eli ne lukuisat pieneliöt, jotka elävät kehossamme.

Kehityksen yleiskuvaus: Solun toimintaa on selvitetty ja yhä tarkempia malleja kehitetty simulointia varten, kuten edellä tässä raportissa on kuvattu. Perimän selvittäminen on muuttunut rutiiniksi. Epigenetiikka eli geenien ilmenemiseen liittyvän säätelymekanismin tila on nouseva tutkimusalue.

Ihmisen oman perimän lisäksi voidaan kerätä tietoa ihmisen mikrobiomista. Tämä tarkoittaa kehossa eläviä mikrobeja eli pieneliöitä, jotka voivat olla eri eliökunnista, kuten bakteerit, arkeonit, homeet, hiivat ja levät. Näitä on nisäkkäiden kehossa runsaasti, osan ollessa hyödyllisiä ja osan haitallisia.

Laaja tiedonsaanti genomista, epigenetiikasta, soluaineenvaihdunnasta ja mikrobiomista yhdistettynä elintapatietoon ja hyvinvointiin mahdollistaa uusia lääketieteellisiä löydöksiä. Nämä tiedot yksilötasolla palautettuna avaavat myös mahdollisuuden yksilölliseen lääketieteeseen, jossa hoitotavat ovat tiiviissä yhteydessä sekä yksilön ympäristöön, elintapaan että perimään.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimus on pääosin akateemisesti motivoitunutta lääketieteen ja solubiologien aloilla, mutta lääketeollisuuden ja elintarviketeollisuuden kiinnostus on kasvussa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 62																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4					0					0	0	20	10						0		**164
	0	0	0	5		0	0	3	0					3	0	0	0	0		0	

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi ja otettu mukaan lääketieteen nopean kehityksen vuoksi. Tuoreita askelia ovat esimerkiksi seuraavat: Ihmisen proteiini-kartasta on julkaistu kaksi eri versiota. Niissä on noin 20 tuhatta proteiiniä, joista lähes 200 aiemmin tuntemattomia. Mikä tahansa proteiini kyetään sammuttamaan solussa muuttamatta perimää.

Aivojen ja immuunijärjestelmän yhteys on löydetty. Skitsofrenian genetiikka on selvitetty aiempaa tarkemmin, kuten myös MS-taudin genetiikka. Bakteeritoimintaa kyetään ehkäisemään liposomeilla. Viruksen on havaittu laukaisevan keliakian. Metabolian yhä tarkempi ymmärrys auttaa laajasti sekä vaikeiden sairauksien diagnostiikassa että hoitotoimenpiteissä.

Mikrobiomihoidolla on pelastettu uhanalainen kasvilaji ja sen käyttöä syöpähoidoissa sekä vanhenemisen ja HIV-potilaiden hoidossa tutkitaan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (062)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Mikä tahansa proteiini solussa voidaan sammuttaa helposti	https://phys-org.cdn.ampproject.org/c/s/phys.org/news/2017-11-scientists-method-rapidly-protein-kind.amp
Psykobiootit mm. masennuksen hoidossa	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5102282/
T-solujen aktivointi tappaa syövän ja etäpesäkkeet hiirikokeissa	http://med.stanford.edu/news/all-news/2018/01/cancer-vaccine-eliminates-tumors-in-mice.html
Verikokeella 70% syövästä löytyi, alle 1% vääriä positiivisia	http://time.com/5111157/blood-test-for-cancer/
18 verikoetuloksella ja kasvokuvalla elinikäodote maksutta netissä	http://bigthink.com/robby-berman/an-ai-algorithm-predicts-your-expiration-date
Mikrobiomi avuksi syövänhoidossa	https://www.reuters.com/article/us-health-cancer-microbiome/biotech-firms-race-to-recruit-good-bugs-in-war-on-cancer-idUSKBN1DE1D2
Bakteerit happiradikaaleja vastaan	http://www oulu.fi/yliopisto/node/37748
Ihmisen proteiini-kartta	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/first-complete-mapping-human-proteome-discovers-193-new-proteins
Virus laukaisee keliakian	https://news.uchicago.edu/article/2017/04/06/seemingly-innocuous-virus-can-trigger-celiac-disease

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (062)	
Kuusen pihkan terveysvaikutukset	http://www.uusisuomi.fi/tiede-ja-ymparisto/59304-tutkija-osoitti-perimatiedon-todeksi-suomen-metsissa-kasvaa
Malariarokote hiirikokeissa	http://news.sciencemag.org/health/2014/05/new-malaria-vaccine-shows-promise-mice
Mikrobiomisiirros pelasti uhanalaisen kasvin	https://phys.org/news/2017-11-microbiome-transplants-disease-resistance-critically-endangered.html
Skitsofrenian genetiikka askeleen aiempaa selvempi	https://www.washingtonpost.com/news/science/wp/2016/01/27/scientists-open-the-black-box-of-schizophrenia-with-dramatic-genetic-finding/
Kolesterolirokote	http://news.unm.edu/news/unm-nih-researchers-develop-vaccine-to-treat-high-cholesterol
MS-taudin genetiikka selviämässä	http://www.genengnews.com/gen-news-highlights/genetic-origin-of-multiple-sclerosis-discovered/81252785
MRSA:han tehoava antibiootti	http://yle.fi/uutiset/tutkijat_uskovat_loytaneensa_mullistavan_antibiootin_oli_kaivettuna_maahan_takapihalle/7724435
Bakteerit kuriin liposomeilla	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/rasvalla+tulehdusten+kimppuun+antibioottien+sijaan++kokeet+ihmispotilailla+alkavat+ensi+vuonna/a1027451
Syöpäsolujen tuhoaminen punaisella valolla	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-12/unio-gss121216.php
Mikrobiomi vaikuttaa Aids-potilaan taudinkuvaan	https://www.specialtypharmacytimes.com/news/how-the-gut-microbiome-affects-outcomes-in-hiv
Aivojen ja immuunijärjestelmän yhteys	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/06/150601122445.htm

2.7.63 Elinten korjaaminen ja soluviljely (063) **

Teknologiakorin kohdealue: Monet sairaudet ja tapaturmat voivat vaurioittaa meidän elimiämme. Elinvaurioissa kyse voi myös olla synnynnäisestä viasta. Näiden vaurioiden korjaaminen biologisin ja mekaanisin tavoin tai elinten muu parantaminen kuuluu tähän koriin. Soluviljelyn tekniikka kuuluu myös tähän, joskin viljelmien jalostaminen elintarvikkeiksi ja viljeltyjen solujen 3D-tulostus keinoelimiksi sekä elintarvikkeiksi käsitellään toisaalla.

Kehityksen yleiskuvaus: Soluviljely perustuu kantasoluihin, jotka kykenevät tuottamaan muita soluja. Kantasoluja osataan nykyään tuottaa muista soluista. Niiden erikoistumista kyetään myös ohjaamaan ja valitsemaan solutyypit, joita kukin kantasolu tuottaa. On huomattu, että erikoistuneita soluja, esimerkiksi sydänsoluja, voidaan ruiskuttaa vaurioituneeseen sydämeen. Uudet solut korvaavat vaurioituneita soluja ja ryhtyvät toimimaan uudessa ympäristössään siihen kuuluvalla tavalla.

Mikäli solujen perimää muutetaan ja uusia muutettuja kantasoluja ruiskutetaan ihmiseen, leviää uuden perimän määräämä toimintatapa näiden kantasolujen synnyttämään kudokseen. Ihmisen erikoistuneita kantasoluja voidaan sijoittaa vieraisiin eläimiin tai ihmiseen itseensä. Näin voidaan saada kasvatettua ihmisen solukkoa ja jopa elin, joka tietyin ehdoin voi kelvata elinsiirtoon. Voidaan myös muuttaa toisen eläimen perimää siten, että sen elimet kelpaisivat ihmiselle siirrettäviksi.

Elinten mekaaninen korjaaminen ja korvaaminen synteettisillä materiaaleilla etenee materiaaltekniiikan kehittyessä. Erityisen nopeaa kehitys on liikuntaelimiin ja tukirankaan, luiden ja rustoihin, liittyen.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimus on pääosin akateemisesti ja lääketieteellisesti motivoitunutta. Lääketeollisuuden motiivi kasvaa nopeasti monien yhteiskuntien hyväksyttyä tähän teknologiaan liittyviä hoitomuotoja.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 63																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	0	3	5	0	5	0	0	0	3	1	5	3	0	0	3	0	0	0	0	**140

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Vastaavat kohdat edellisessä raportissa ovat 2.10 Elinten korjaaminen ja takaisinkasvatus, soluviljely sekä 2.11 Synteettinen ruston korvaaja. Nämä sijoittuivat kolmanteen ja neljänteen ryhmään. Eteneminen on ollut edellisen raportin läpimurtojen jälkeen hyvin laaja-alaista ja nopeaa.

Hampaiden kantasoluiimplantteihin soveltuva teknologia on kehitetty. Synteettinen rusto on edennyt potilaskokeiluihin ja ruston uudelleenkasvatusta kehitetään. Hiiren 1. tyypin diabetes on hoidettu viljellyillä kantasoluilla. 90% terminaalivaiheen leukemiapotilaista on toipunut geenimuunneltujen, viljeltyjen T-solujen avulla. Veren tuotantoon kantasoluista on kehitetty tehokas menetelmä. Ihosolukkoa on uudelle ohjelmoitu verisuoniksi.

Insuliinia tuottavia soluja on viljelty suuria määriä. Sian 60 geeniä on muutettu siten, että sian elimet sopivat elinsiirtoihin. Hermoston regeneraatioissa on onnistuttu. Immuunijärjestelmää on saatu ”koulutettua” keliakian parantamiseksi. Munuainen on kasvatettu ja useita muita elimiä 3D-tulostettu. Hengittävällä keinohollalla on poistettu vanhuusiän rypyjä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (063)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Ihosolukko ohjelmoidaan verisuoniksi	http://www.theregister.co.uk/2017/08/08/cellular_reprogramming_with_people_rather_than_phones/
44v miehen perinnöllinen sairaus ehkä poistettu koko kehosta	http://edition.cnn.com/2017/11/15/health/first-in-body-edit-dna/index.html
Keinoverta tehtaista - kehityshanke	http://www.telegraph.co.uk/health/healthnews/10765132/Artificial-blood-will-be-manufactured-in-factories.html
Soluviljely (veri)	http://medicalxpress.com/news/2015-10-gene-lab-based-red-blood-cell.html
Sian monimutkainen Crispr-editointi siirtoelinkelpoisiksi	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/scientists-break-gene-editing-record-create-animal-organs-human-transplantation
Kasvatettu munuainen	http://www.sciencealert.com/lab-grown-kidneys-shown-to-be-fully-functional-in-animal-recipients
Insuliinia tuottavia soluja viljelty suuria määriä	http://www.webmd.com/diabetes/news/20141009/stem-cell-success-raises-hopes-of-type-1-diabetes-cure

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (063)	
Hiiren 1. tyypin diabetes hoidettu viljellyillä kantasoluilla	http://gizmodo.com/stem-cell-breakthrough-could-put-an-end-to-daily-insuli-1754981810
Ihmisen soluja kasvatettu lampaan sikiössä	https://www.theguardian.com/science/2018/feb/17/breakthrough-as-scientists-grow-sheep-embryos-containing-human-cells
Katsaus keinoelinten kasvatukseen	http://discovermagazine.com/2014/jan-feb/05-stem-cell-future
Synteettinen rusto potilaskoikeudessa	http://www.foxnews.com/health/2015/03/12/artificial-cartilage-implants-may-reduce-need-for-knee-replacement-surgery.html
Rypyt pois hengittävällä keinoholla	http://www.nytimes.com/2016/05/10/health/second-skin-aging-wrinkles.html?_r=0
FDA hyväksyi geeniterapian lapsuasajan leukemian hoitoon	https://www.usnews.com/news/business/articles/2017-08-30/us-clears-first-living-drug-for-tough-childhood-leukemia
Hermojen regeneraatio nanohiilten avulla	http://phys.org/news/2016-07-bridge-carbon-nerve-tissues.html
Polvinivelen regeneraatio	https://www.facebook.com/techinsider/videos/491774337687594/
90% terminaalivaiheen leukemia-potilaista toipui	http://www.bbc.com/news/health-35586834
Täysikokoinen ihmissydän kantasoluista laboratoriossa	http://www.popsci.com/scientists-grow-transplantable-hearts-with-stem-cells
Sienimäinen ruston korjausmateriaali	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/acs-smh021916.php
Viljeltyjä sydänsoluja	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150714124129.htm
Kantasoluista rustoa lonkkaan sopivaan muotoon	http://www.livescience.com/55444-stem-cells-could-replace-hip-replacements.html
Immuunijärjestelmä tuhoaa syövän nanoraudan avulla	http://phys.org/news/2016-09-iron-nanoparticles-immune-cells-cancer.html
Hampaiden kantasoluihminen	http://worldtruth.tv/stem-cell-dental-implants-grow-new-teeth-in-your-mouth/
Nenä ja korvia kasvatettu kantasoluista	http://www.cbsnews.com/news/ears-noses-grown-from-stem-cells-in-petri-dishes/
Hermoston regeneraatio	http://factor-tech.com/3d-printing/19785-complex-damaged-nerves-re-grown-for-first-time-using-3d-printed-guide/

2.7.64 Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus (064) *

Teknologiakorin kohdealue: Tähän koriin kuuluvat 3D-tulostetut keinoelimet sekä elintarvikkeiden ja muiden biomateriaalien 3D-tulostus.

Elämä koostuu biologisesta solukosta. Eläimet tarvitsevat sitä ravinnokseen. Solukon maukkaus riippuu solujen lisäksi niiden muodostamasta rakenteesta, tekstuurista. Soluviljelmän 3D-tulostuksen avulla tekstuuri ja koostumus saadaan halutuksi.

Uusia elimiä tarvitaan vioittuneiden tilalle. Viljellyistä soluista kyetään 3D-tulostusta käyttäen tuottamaan kudoksia ja rakenteita ilman, että tulostetut solut vaurioituvat. Elävään solukkaan perustuvat keinoelimet soveltuvat elinsiirtoihin tai tutkimustarkoituksiin.

Kehityksen yleiskuvaus: Elintarvikkeiden 3D-tulostus edellyttää hygieniakysymysten ratkaisemista. Elintarvikemateriaaleja ei saa käsitellä tavalla, joka vaikuttaa niiden koostumukseen makua heikentävästi. Tavallisin elintarvikkeisiin soveltuva 3D-tulostusmenetelmä on pursotus. Sen avulla elintarvikkeisiin saadaan tavallisesta poikkeava muoto tai rakenne makua pilaamatta. Yksilöllisyys, terveellisyys, maukkaus ja estetiikka voivat olla menettelyn tavoitteena tai tuotannollinen tehokkuus.

Elävien solujen tulostukseen liittyy useita ongelmia hygienian lisäksi. Solujen tulee pysyä elossa sekä tulostuksen ajan että sen jälkeen. Tulostus onnistuu pursotustekniikalla sopivissa olosuhteissa, mikäli kudokseksi on yksinkertainen. Monimutkaisten tiehyiden ja hiussuonten tulostaminen muun solukon sekaan on merkittävä haaste. Esimerkiksi hiussuonten tuottaminen on ainakin toistaiseksi onnistunut vain biologisen kasvatuksen avulla. Suonten paikat on kuitenkin tulostuksessa saatu pysymään vapaina ja solut hengissä tulostamalla solukkuun imeytyvää materiaalia elimen tulostuksen yhteydessä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimusmotiivi on pääosin akateeminen. Lääketeollisuus ja elintarviketeollisuus ovat osoittaneet varhaista kiinnostusta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 64																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	3	5	0	3	0	0	3	5	3	5	0	3	0	3	0	0	0	0	*99

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.59 Elin-
ten 3D-tulostus, joka sijoittui neljanteen ryhmään. Alue on edennyt nopeasti. Biomateriaalien tulostukseen erikoistuneita 3D-tulostimia on tullut markkinoille. Useita elimiä on tulostettu kokeellisesti ja toiminnallisuuttaan ovat parantaneet mm. luun, ruston, nivelten, ihon, maksan, munuaisten, virtsarakon, verisuonten, munasarjan, aivojen ja muun hermoston 3D-tulosteet.

Sydämen tulostuksen arvellaan onnistuvan 10 vuoden kuluessa. Kapillaarien kasvatustekniikka helpottaa elinten 3D-tulostusta. Myös pinaatin lehtiruotoja on käytetty keinoelinten verisuonina ja tulostettavia synteettisiä suonia kehitetään. Kudoksenäytteiden tulostus matriiseihin on rutinoitumassa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (064)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Kapillaarien kasvatusta labrassa helpottaa elinten 3D-tulostusta	https://www.digitaltrends.com/cool-tech/artificial-capillaries-3d-printing/
Muotoon kasvavasta biomateriaalista suonisto	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/qmuo-smt092415.php
Sydämen 3D-tulostus 10v kuluessa	http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-11/21/3d-printed-whole-heart
Luun ja kudoksien 3D-tulostus	http://3dprint.com/37745/bone-and-tissue-bioprinting/
3D-tulostettu hiiren munasarja toimii	https://news.northwestern.edu/stories/2017/may/3-d-printed-ovaries-offspring/
Keinotekoinen 3D-tulostettu rusto	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/made-order-cartilage-could-combat-osteoarthritis

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (064)	
Pinaatin suonia keinoelimen verisuoniksi	http://news.nationalgeographic.com/2017/03/human-heart-spinach-leaf-medicine-science/
Kudosnäytematriisien 3Dtulostus testeihin DPAC	http://www.ucsf.edu/news/2015/08/131431/dna-guided-3-d-printing-human-tissue-unveiled
Nopea biomateriaalien solutason tulostus mikrofluidiikalla	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180201092233.htm
Verisuonten 3D-tulostus	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/scientists-use-3d-printing-produce-blood-vessels
3D-tulostettu kudos tutkittu toimivaksi	http://www.nature.com/nbt/journal/vaop/ncurrent/full/nbt.3413.html
Syöpäkasvain, viljelty&3D-tuloste	http://phys.org/news/2014-04-breakthrough-cancer-tumors-3d-printer.html
Elinten 3D-tulostus geeliin	http://www.vocativ.com/235846/3d-printing-in-gel-could-bring-us-closer-to-replacement-organs/index.html
Kudosmaisen pehmeä 3D-tuloste keinoelinten rungoksi	https://www.livescience.com/61416-3d-printed-brain.html
3D-tulostettu sarvikuonon sarvi	http://www.digitaljournal.com/news/environment/biotech-firm-creates-fake-rhino-horn-to-help-save-real-rhinos/article/436325
Biomateriaaleista tavaraa	http://www.hs.fi/tiede/a1398344570326
Mini-aivot tuotettu tutkimuskäyttöön	http://hub.jhu.edu/2016/02/12/mini-brains-drug-testing

2.7.65 Dementian ehkäisy ja hoito (065) **

Teknologiakorin kohdealue: Muistisairaudet ovat yksi yhteiskunnan suurista ongelmista. Sairauden vakavassa vaiheessa potilas tarvitsee jatkuvaa hoitoa. Jakso on sekä potilaalle itselleen että lähiympäristölle raskas. Muistisairaudet kohtaavat iän myötä laajaa osaa koko väestöstä eikä tautien perimmäistä syytä tai kunnollista parannuskeinoa niihin ole vielä löydetty.

Kehityksen yleiskuvaus: Alzheimerin tauti, Parkinson ja muut dementiaa aiheuttavat taudit ovat jatkuvan tutkimuksen kohteena, koska ne aiheuttavat laajoja kärsimyksiä ja suuria kustannuksia. Alzheimerin taudin tutkimus on kohdistunut beta-amyloidi -plakin muodostumiseen ja sen ehkäisyyn. Samanaikaisesti tutkitaan taudin syntymekanismia, ennakointia sekä tautialttiutta, oireiden vähentämistä, taudin etenemisen hidastamista ja sen kokonaan parantamista.

Parkinsonin tauti on aivojen rappeutumisesta johtuva häiriö, joka alkaa motorisilla ongelmilla edeten myöhemmissä vaiheissa muistihäiriöihin. Tutkimukselliset tavoitteet ovat laajasti samat kuin Alzheimerin taudissa ja muissa harvinaisemmissa aivosairauksissa, kuten Huntingtonin taudissa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimuksellinen motiivi on sekä lääketieteellinen, yhteiskunnallinen että akateeminen, ongelman suuren laajuuden vuoksi. Muistisairaiden läheiset ovat myös yksilöinä motivoituneet tutkimusta rahoittamaan, kuten esimerkiksi Bill Gatesin

tuore sadan miljoonan dollarin tutkimusrahoitus Alzheimerin taudin tutkimukseen osoittaa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 65																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	1	3	3	3	3	10	0	**132

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kori on 2.9 Dementiaa ehkäisevä lääkitys, joka sijoittui korkeimpaan ryhmään.

Tutkijat ovat kehittäneet ultraäänimenetelmän, joka parantaa 70% hiirten Alzheimer-tapauksista. Tyksissä on jo hoidettu Alzheimer-potilaita ultraäänillä. IL-33 -proteiinin päivittäinen annos on parantanut hiirten Alzheimerin ja estänyt sen uusiutumisen. Dementialta merkittävästi suojaava KLOTHO-geeni on tunnistettu. Amyloidin ja tau-proteiinin merkitystä sekä NCAM2-yhteyttä Alzheimerin synnyssä on selvitetty ja neitsytoliiviöljyn on havaittu vähentävän Alzheimeriin sairastavuutta.

Huntington on saatu hiirillä kuriin "zinc finger" -geeniterapialla. Parkinsonin hoitoon on kehitetty geeniterapiaa ja kantasoluhoidoja. Oireita ehkäisevää aivojen sähköistä stimulointia on käytetty yhä laajemmin ja varhaisemmissa taudin vaiheissa. Sen käyttöä tutkitaan nyt myös muihin mielen sairauksiin.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (065)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
IL-33 -proteiini paransi Alzheimerin hiirillä	http://www.sciencelalert.com/new-protein-injection-reverses-alzheimer-s-symptoms-in-mice-in-just-one-week
70% hiirten Alzheimerista parantui ultraäänillä	http://www.sciencelalert.com/new-alzheimer-s-treatment-fully-restores-memory-function
Alzheimer-hoito vähensi oireita	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/06/160616071933.htm
Muistisairauden hoito aivoimplantin avulla	https://news.usc.edu/86658/new-device-aims-to-help-people-struggling-with-memory-loss/
KLOTHO -geeni suojaa Alzheimerilta ja parantaa älykkyyttä	http://www.ucsf.edu/news/2014/05/114196/better-cognition-seen-gene-variant
Huntington hiirillä kuriin geeniterapialla zinc finger	http://www3.imperial.ac.uk/newsandeventspggrp/imperialcollege/newsummary/news_9-9-2016-13-13-26
Parkinsonin implanttihoitoon aikaistamista suositellaan	https://shakeitup.org.au/latest-news-deep-brain-stimulation/
Alzheimer-lääke tuhoaa ko-keissa plakkia	http://www.bbc.com/news/health-37222863
Alzheimer-tutkimus tau vs amyloid	http://www.scienceworldreport.com/articles/23679/20150325/tau-protein-not-amyloid-now-thought-to-be-responsible-for-alzheimers.htm
Tyksissä Alzheimerin ultraäänihoido	https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10153660903485735&set=a.96587095734.91338.728060734&type=3

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (065)	
Aivojen muistirakenteet selviämässä	http://gizmodo.com/our-brains-can-store-10-times-more-information-than-we-1754255335
Parkinsonin hoito geeniterapialla	https://geneticliteracyproject.org/2016/08/23/gene-therapy-breaking-ground-treating-parkinsons-disease/
Alzheimer-tutkimus, NCAM2-yhteys	http://www.nature.com/ncomms/2015/151127/ncomms9836/full/ncomms9836.html
Neitsytoliiviöljy estää Alzheimeria hiirillä	http://www.newsweek.com/extra-virgin-olive-oil-prevents-alzheimers-mediterranean-diet-627851

2.7.66 Biotekninen liha ja lihaimitaatiot (066) ***

Teknologiakorin kohdealue: Me kaikki tiedämme, että ihminen tarvitsee monia erilaisia aminohappoja elääkseen. Keho osaa itse valmistaa yhtätoista välttämättömistä kahdestakymmenestä proteiineista ja yhdeksän tarvitaan ravinnosta. Luontaisin proteiinilähde ihmiselle on eläimen liha. Monissa kasveissa on runsaasti proteiineja, mutta vain eläinkunnan tuotteissa proteiinikoostumus on ihmiselle sellaisenaan sopiva.

Kasvissyöjien on valittava ravintonsa huolellisesti saadakseen riittävästi kaikkia tarpeellisia aminohappoja. Karjatalous ja kalanviljely tuottavat helpommin tarpeet tyydyttävän aminohappokoostumuksen, mutta ne kuormittavat ympäristöä muuta maataloutta enemmän. Lihankaltaisten kasviproteiinien ja viljellyn tai bioteknisen lihan tavoitteena on karjatalouden korvaaminen tehokkaammin menetelmin kadottamatta lihan ravintoarvoja, samalla mukautuen lihansyöjien makutottumuksiin ja mieltymyksiin.

Kehityksen yleiskuvaus: Kantasolutekniikan avulla eläinperäistä solukkoa voidaan viljellä ravintoliuoksessa. Soluviljely ja tulostaminen kudoksiksi muistuttaa tekniikkana raportissa toisaalla käsiteltyä keinoelinten kasvatusta. Haasteena kustannustehokkuuden lisäksi on lopputuotteen rakenteen ja maun saaminen hyväksyttävälle tasolle. Kehitystyötä rahoitetaan harvinaisuuksien ja elämysten avulla, koska viljellyn lihan perimä voi olla peräisin harvinaisista tai jopa jo sukupuuttoon kuolleista eläimistä. Soluja voi myös geeni-muunnella ja viljellä ihmisen kannalta täysin uutta, mutta terveellistä ja maukasta lihaa.

Kasvisperäisiä lihaimitaatioita on kehitetty pitkään. Ensisijainen huomio on kiinnitetty proteiinipitoisuuteen, rakenteeseen ja makuun. Näistä maukkaus ja rakenne ovat edelleen haasteita, kuten myös tasapainoinen proteiinikoostumus. Valtaosa ihmisistä syö edelleen eläinperäisiä tuotteita kasvispohjaisten sijaan, koska näitä asioita ei ole ratkaistu heitä tyydyttävällä tavalla.

Hyönteisperäinen proteiinituotanto on yleistymässä. Tuottavuudessaan ja ravitsevuudessaan se on jo nyt hyvällä tasolla, mutta makutottumukset ovat edelleen haaste, kuten kasvisperäisissä lihaimitaatioissa. Uusin kehitetty teknologia on proteiinituotanto yksisoluisien eliöiden avulla sähköstä, hiilidioksidista ja vedestä sekä vähäisistä muista ravinteista. Kokeellisen menetelmän suurin ongelma toistaiseksi on sen heikko hyötysuhde.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Osa tutkimuksesta on akateemisesti motivoitua, mutta valtaosin kehitystyö on elintarviketeollisuuden ja kasvissyöjien tarpeiden motivoimaa sekä riskisijoittajien ja startup-yrittäjien tähän perustuvien uusien tuotealueiden etsinnän motivoimaa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 66																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	5	0	20	0	0	5	0	3	3	0	5	0	0	0	5	3	0	10	0	***295

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.69 Solu- viljelty liha ja lihan kaltainen kasviproteiini, ja se sijoittui neljänteen ryhmään. Synteettisen viljellyn lihan tuotantokustannus on laskenut hyvin nopeasti. Kasvispohjainen kananmunajäljitelmä vastaa nyt laadultaan oikeaa kananmunaa. Kasvispohjaisiin lihajäljitelmiin on löydetty hernekasvien juurista veren maun aikaansaava ainesosa.

Keinoliha on saanut merkittävää rahoitusta ja kaupallistuu. Kiina on tilannut 300 miljoonalla dollarilla viljeltyyn lihaan perustuvia tuotteita israelilaisyrityksiltä. EU on hyväksymässä hyönteiselintarvikkeet ja hyönteisruoan kasvatusta tuotteistuu. VTT on onnistunut tuottamaan proteiineja vesiliuoksessa yksisoluisen eliön, sähköä ja hiilidioksidin avulla.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (066)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Proteiinia hiilidioksidista, vedestä ja sähköstä	http://www.vttresearch.com/media/news/protein-produced-with-electricity-to-alleviate-world-hunger
Kiina ostaa \$300 miljoonalla labralihaa Israelista	http://www.independent.co.uk/news/world/asia/china-israel-trade-deal-lab-grown-meat-veganism-vegetarianism-a7950901.html
Synteettinen liha halpenee	http://www.sciencealert.com/lab-grown-burger-patty-cost-drops-from-325-000-to-12
Kalansyönti rauhoittaa unta ja kasvattaa älykkyyttä huomattavasti	https://www.nature.com/articles/s41598-017-17520-w
Cellpod - kasvisolukasvatamo kotiin	http://www.biotalous.fi/cellpod-kasvattaa-tulevaisuuden-avaruusruokaa-kotonasi/
Viljelty liha ja maito etenee, kuka reguloi	http://www.sciencemag.org/news/2016/08/lab-grown-meat-inches-closer-us-market-industry-wonders-who-will-regulate
Kasvis "kananmuna" Beyond Eggs	https://www.facebook.com/garytvcom/videos/892932674095315/
EU hyväksymässä hyönteiselintarvikkeet	https://www.facebook.com/ajplusenglish/videos/854038361404339/
Kasvispihvi maistuu lihalla, leghemoglobiini-proteiini	http://www.sciencealert.com/news/20140910-26310.html
Keinoliha ja sen rahoitus	https://www.facebook.com/garytvcom/videos/855040404551209/
\$17M rahoitus Memphis Meat -labralihalle	http://www.xconomy.com/san-francisco/2017/08/23/memphis-meats-cooks-up-17m-funding-round-for-lab-grown-meat/
Suomalainen hyönteisruoka-kontti Entocube	http://arcticstartup.com/article/wins-e50000-investment/

2.7.67 LED-viljely, kaupunkiviljely ja robottiviljely (067) ****

Teknologiakorin kohdealue: Lähes koko elintarviketuotantomme perustuu kasvien viljelyyn joko ihmisten ruoaksi tai karjan rehuksi. Maanviljely aiheuttaa monia haittoja maan eroosion, lannoite- ja torjunta-ainepäästöjen, kasvitautilien ja tilavaatimustensa vuoksi. Elin-
tarviketuotantoa voidaan robotisoida siten, että tuottavuus nousee ja haitat vähenevät. Tuotannon siirtäminen kerrosviljelyyn sisätiloihin on myös avautuva mahdollisuus keino-
valon hyötysuhteen kehittyessä.

Kehityksen yleiskuvaus: Kasvit tarvitsevat valoa ja ravinteita. LED-valojen jatkuva halpe-
neminen, aallonpituuden rajaaminen kasveille sopivaksi ja hyötysuhteen parantuminen kasvattavat sisäviljelyn kannattavuutta. Kerroksittainen kasvatus keinovaloilla on tehtä-
vissä ympärivuotisena, säältä suojattuna ja päästöttömänä suljettuna kiertona. Sopivien la-
jikkeiden, valojen kohdistamisen ja ajoituksen sekä ravinnepitoisuuksien kehittäminen kuuluvat olennaisiin kehityskohteisiin. Sisäviljely on mahdollista toteuttaa kaupunkialu-
eilla hajautetusti. Logistiikka- ja varastointitarve on vähäinen.

Sekä ulko- että sisäviljely hyötyvät robotiikasta. Henkilökustannusten vähentämisen lisäksi robotit kykenevät tekemään istutuksen, kastelun, lannoituksen ja korjuun osalta hyvin pik-
kutarkkaa työtä. Peltoviljelyssä robotti esimerkiksi kykenee tunnistamaan maaperän ravin-
nepitoisuudet tai rikkakasvit ja lannoittamaan kasvit sekä eliminoimaan rikkakasvit tar-
peen mukaan.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi on osin akateeminen, mutta pääosin kau-
pallinen ja asiakastarpeen sanelema. Uudet mahdollisuudet motivoivat myös teknologiake-
hittäjiä, riskisijoittajia ja startup-yrityksiä osallistumaan sekä kehitykseen että uusien liike-
toimintamallien etsintään.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 67																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	0	5		20	5	3	5	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	0	5	0	****384

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi ja lisätty, koska sekä LED-viljely että maatalouden robotisaatio etenevät nopeasti ja kytkeytyvät toisiinsa. Japanissa on teolli-
suushalliin perustettu viljelmä, joka tuottaa 10 tuhatta salaatinkeirää päivässä. Vastaavan-
laisia on laajassa mitassa käynnistetty muualle, esimerkiksi Lontoon keskustan kellareihin. Suomessa kaupallisen LED-viljelyn on ensimmäisenä aloittanut Silmusalaatti. Fujitsu on il-
moittanut perustavansa koelaitoksen Suomeen.

Markkinoille on nopeasti tullut konttikokoisia automaattisia kasvatustiloja sekä kotitalouk-
siin tarkoitettuja kasvatuslaitteita. Tuotteistettu konttikasvatus on vuokralaitteena tarjolla
20 tuhatta euroa vuodessa. Sekä sisä- että ulkoviljelyrobotteja on kehitetty monille eri la-
jikkeille. Tomaatteja viljellään autiomaassa merivedellä ja aurinkoenergialla. Ohran kylvö
ja sadonkorjuu on saatu toteutettua täysin robotisoituna.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (067)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Tuotteistettu konttikasvatus 20KE/vuosi	https://www.facebook.com/HuffingtonPost/videoes/10153593374106130/
Tomaatteja merivedellä ja aurinkoenergialla autiomaassa	http://qz.com/803646/a-desert-farm-is-growing-tomatoes-on-seawater-and-solar-power/
Sisäviljelyrobotti	https://www.facebook.com/techinsider/videoes/543055419226152/
Fujitsun LED-viljelmä Suomeen	http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2016/1128-01.html
Hyönteisten biomassaa vähentynyt 76% Saksassa 27 vuodessa	https://www.theguardian.com/environment/2017/oct/18/warning-of-ecological-armageddon-after-dramatic-plunge-in-insect-numbers
LED-kerrosviljely (Japani)	http://upriser.com/posts/largest-indoor-farm-100x-more-productive-99-less-water-40-less-power-80-less-waste
Silmusalaatti LED-kasvatus	http://www.hs.fi/tiede/a1439520997977?jako=65a7ada6a9f2a41fd8d132dbdfb3863e&ref=tw-share
Plenty: Seattleen 1HA LED-viljelmä, tuotto 2Mkg/vuosi	http://nordic.businessinsider.com/vertical-farming-company-plenty-investment-second-farm-seattle-2017-11?r=US&IR=T
Perunakaivos (LED-viljely) Pyhäsalmeen	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/pyh%C3%A4j%C3%A4rvelle-perustetaan-perunakaivos-1.174395
Sisäviljely, hamppu	http://www.mielleyhtyma.com/wp/there-no-business-like-business/kivi-paperi-hamppu/
Kasvun nopeuttaminen säteilytämällä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/energy/environment/a-blast-of-plasma-makes-plants-grow-faster
Jellyfish: Vesiviljely, vedenpuhdistus, aurinkoenergia -konsepti	http://www.trueactivist.com/magnificent-jelly-fish-gardens-purify-the-water-and-grow-food-watch/
Täysin robotisoitu ohran kylvö ja sadonkorjuu	https://www.digitaltrends.com/cool-tech/robot-farmers-harvest-barley/
Tampereella robotisoitu LED-viljelmä	http://www.aamulehti.fi/raha/tamperelainen-keksinto-voimullistaa-maailman-kasvihuoneet-ei-tarvita-tyontekijoita-eika-aurinkoa-24148440/
MIT panostaa LED / vertikaaliviljelyyn	http://spectrum.ieee.org/computing/embedded-systems/mits-food-computer-the-future-of-urban-agriculture
Sisäviljelyä ruokakauppoihin	https://techcrunch.com/2017/06/26/infarm/
LED-viljelyä maan alla Lontoossa	https://youtu.be/FecuxU0tMmE
Viljelykokeilu Kuussa	http://newswatch.nationalgeographic.com/2013/12/05/nasa-may-test-its-lunar-green-thumb/
Sienirihmastojen kommunikointiväylä	http://www.bbc.com/earth/story/20141111-plants-have-a-hidden-internet
LED-Konttilviljely, K. Musk	http://squarerootsgrow.com/
KeittiöLED-puutarha Plantui	http://plantui.com/fi/smart-gardens/plantui-6-smart-garden/
Tyrnävällä perunoiden vesiviljelyä	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/nasan-esimerkki-innosti-kasvattamaan-perunoita-ilmassa-tyrn%C3%A4v%C3%A4ll%C3%A4-1.146632

2.7.68 Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu (068) *

Teknologiakorin kohdealue: Sekä kasveja että eläimiä käytetään kuitujen tuotantoon. Kuituja käytetään kankaina, vetolujuutta vahvistavina seosaineina ja elintarvikkeissa. Kuituja käytetään myös eristeinä ja pakkausmateriaaleina monissa eri tarkoituksissa. Tässä korissa käsitellään eloperäiset kuidut, mukaan lukien puu. Synteettiset kuidut käsitellään toisaalla korissa 48.

Kehityksen yleiskuvaus: Yleisin saatavilla oleva luonnonkuitu on selluloosa. Se on lähes kaikkien kasvien rakenneaine. Puhdasta selluloosaa tuotetaan erottamalla kasvista, esimerkiksi puusta, hemiselluloosa ja ligniini. Tärkeimmät selluloosasta valmistettavat tuotteet ovat paperi ja kartonki.

Muuntokuiduista puhutaan, kun selluloosan rakennetta muutetaan. Pilkkottuna mikrokuitu-selluksi tai nanoselluksi sen ominaisuudet muuttuvat. Siitä saadaan kankaita, muoveja tai syötävää elintarvikkeisiin sopivaa ainetta. Nanosellun rakenne vaikuttaa sen käyttöominaisuuksiin. Sekä tuotantomenetelmiä että tuoteominaisuuksia ja käyttösovelluksia kehitetään jatkuvasti.

Perinteisiä kuituja, kuten silkkiä ja monia kasvikuuituja, kuten puuvillaa kehitetään myös edelleen. Aiemmin vain harvoin käytettyjä materiaaleja, esimerkiksi sienten rihmastoja ja hämähäkinseittä tutkitaan. Tavoitteena ovat uudentyypiset ominaisuudet, tehokkaat tuotantoprosessit ja kaupallinen sovellettavuus. Lopputuotteet voivat olla rakennusmateriaaleja, pakkauksia, asusteita ja monia kuluttajatuotteita. Ominaisuuksiltaan ne voivat esimerkiksi olla erittäin lujia, läpinäkyviä, huokoisia tai tiiviitä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tuotekehitystä tehdään laajasti. Motiivit ovat sekä akateemisia että teollisia. Erityisesti pyritään nostamaan sivuvirtojen arvoa ja kierrätettävyyttä. Kehitysvaiheesta ja menetelmän uutuuden asteesta riippuen tavoitteet voivat olla myös välittömästi kaupallisia.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 68																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	0	3	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	*76

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kohta on 2.78 Nanosellu ja mikrokuitusellu nousi korkeimpaan ryhmään. Tuore markkinatutkimus ennakoii nanosellulle yli 20% kasvua ja lähes 300 miljoonan euron markkinaa vuoteen 2020 mennessä. Nanosellusta kehitetty aerogeeeli on tulenkestävä supereriste. Nanosellua kyetään valmistamaan tehokkaasti mm. perunasta.

Puumateriaali on saatu läpinäkyväksi. Puun lujuutta on kasvatettu kymmenkertaiseksi. Maitoproteiinista on valmistettu syötävä pakkaus. Silkki säilyttää hedelmät tuoreena. Hämähäkin seitti ja silkki saavat kaksinkertaisen lujuuden, kun toukille tai hämähäkeille syötetään nanohiiliä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (068)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Nanosellusta tehty aerogeeli tulenkestävä supereriste	http://www.mdpi.com/1996-1944/10/3/311/pdf
10* lujuus prosessoituun, puristettuun puuhun	https://www.nature.com/articles/nature25476
Katsaus nanosellun kehitykseen (CNF)	http://asia.nikkei.com/magazine/20170209/Tech-Science/Move-over-carbon-fiber-here-comes-cellulose-nanofiber
Sieni korvaa polystyreenin (maatuu)	http://news.nationalpost.com/news/world/ikea-fungus-mushrooms-for-packaging
Seitti kantaa ihmisen, kun hämähäkillä syötettiin nanohiiliä	http://www.smh.com.au/technology/sci-tech/nanotech-super-spiderwebs-are-here-20170822-gy1blp.html
Nanosellua tehokkaasti perunasta	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/tiede-teknikka/nanosellua-ei-kannatakaan-tehd%C3%A4-puusta-vaan-perunasta-ja-juurikkaasta-suomalaisyritys-aikoo-vallata-40-miljardin-markkinat-1.168494
Nanosellun sovellukset (VTT)	http://www.vttresearch.com/services/bioeconomy/biobased-materials/nanocellulose-tailoring
Silkki säilyttää hedelmät tuoreena	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-05/tuskf050516.php
IONCell-menetelmä puukuitujen käsittelyyn	https://phys.org/news/2017-04-upcycling-fast-fashion-pollution.html
Puuvillatekstiili uusiokäyttöön	http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-n-poistopuuvillan-kuiduttamiskokeet-toteutetaan-kes%C3%A4ll%C3%A4
Läpinäkyvä puumateriaali	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.biomac.6b00145
Edullinen nanosellun valmistusmetodi	http://www.fstjournal.org/news/new-low-cost-process-make-nanocellulose/670
Marimekko&Spinnova kehittämään puupohjaista lankaa	https://www.hs.fi/talous/art-2000005436951.html
Nanosellun markkina pieni, mutta kasvussa	https://globenewswire.com/news-release/2016/01/29/805894/0/en/Global-Nanocellulose-Market-Analysis-Trends-Report-2016-2020-Industry-Forecasts-for-the-295-Million-Industry.html
Syötävä pakkaus maitoproteiineista	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-08/acs-efp072116.php

2.7.69 Biomateriaalien kryogeniikka (069) *

Teknologiakorin kohdealue: Pakastaminen on tunnettu biomateriaalien säilöntäteknikka. Kun pakastus suoritetaan riittävän nopeasti, ei soluissa tapahdu rakennetta rikkovaa kiteytymistä. Tämä parantaa ravintoaineiden ja tuoreuden tunteen säilymistä elintarviketuotteissa. Kasvien ja eläinten jalostuksessa sekä elinsiirroissa on kryogeniikan avulla mahdollista säilyttää elävä kudus siirtokelpoisena. Pidetään myös mahdollisena ihmisen syväjäädäyttämistä ja henkiin herättämistä tai ainakin muistin säilymistä.

Kehityksen yleiskuvaus: Kylmäsäilytyksen kehittyminen yhä parempien eristeiden ja tehokkaampien kylmälaitteiden avulla ohjaa elintarviketeollisuutta pakasteiden suuntaan.

Olennaista on pyrkiä pakastustekniikkoihin, jotka säilyttävät ravintoarvot ja maukkauden. Keskeisenä tekijänä tässä on pakastamisen nopeus.

Lääketieteessä sukusoluja on pakastettu potilaiden halutessa jälkeläisiä jonkin sukusolut tuhoavan taudin tai hoidon jälkeen. Biodiversiteetin vaalimistarkoituksissa on myös pakastettu monien harvinaisten lajien perimä. Ihmisiä tiedetään pakastetun henkiinherättämisen toivossa, mutta toistaiseksi vasta ensimmäinen nisäkäs on onnistuttu herättämään henkiin syväjäädytyksen jälkeen.

Traumapotilaat saattavat kuolla nopeammin kuin ne ehditään hoitaa. FDA on antanut luvan vaikeasti loukkaantuneiden potilaiden jäädyttämiseen leikkauksen valmistelun ajaksi. Aivojen syväjäädyttämisen yksi hyöty voi olla se, että muistia kyetään lukemaan aivoista, jos rakenne on vaurioton.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kryogeniikkaa kehitetään laajalti tutkimustarkoituksiin. Tekniikka on esimerkiksi tärkeää suprajohteille sekä kvanttietokoneille. Kryogeniikan laajin sovellusalue on kuitenkin elintarviketuotanto, johon tekniikkaa myös kehitetään. Ihmisen syväjäädytys ja henkiinherätys ovat tutkimusalueena vaikeita, mutta yksityinen motiivi on selkeä ja valmistelemaa tutkimusta tehdään siinäkin tarkoituksessa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 69																						
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa	
4						0			0	3		3	3						3		*104	
	0	3	0	3	0		0	3			0			5	0	0	0	0		0		

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi. Tuoreita havaintoja ovat esimerkiksi seuraavat: Traumapotilaan jäädyttämistä ja elintoimintojen pysäyttämistä kokeiltaan hoitoajan pidentämistarkoituksessa. Kanin aivot on jäädytetty rakennetta rikkomatta.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (069)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Traumapotilaan (talviuni) jäädyttäminen	http://io9.com/humanity-is-now-officially-ready-for-suspended-animation-1581727874
Ihmisiä syväjäädytetään jo henkiinherättämisen odotuksin	https://www.express.co.uk/news/science/844464/cryogenically-frozen-REVIVED-cryonics
Elintoimintojen pysäyttämistä kokeillaan ihmisillä	http://www.extremetech.com/extreme/179296-humans-will-be-kept-between-life-and-death-in-the-first-suspended-animation-trials
Kanin aivot jäädytetty rakennetta rikkomatta	http://www.sciencealert.com/a-mammal-s-brain-has-been-cryonically-frozen-and-recovered-for-the-first-time

2.8 Energiateknologia

Energiateknologia on yksi nopeimmin kehittyvistä tämän raportin aihealueista. Ilmastonmuutos on yksi muutoksen selkeimmistä ajureista. Aurinkoenergian kuluttajistuminen on useissa maissa merkittävä trendi. Yhdessä akkuteknologian ja polttokennojen kehityksen kanssa sen ennakoitaan esimerkiksi Australiassa mahdollistavan kannattavan irtautumisen sähköverkosta vuoteen 2020 mennessä jopa joka toiselle kotitaloudelle.

Aurinkoenergian ja tuulienergian kasvu lisää energian hinnanvaihteluja. Hajautettu energiatuotanto omaan tarpeeseen vähentää sähkön siirtoverkon käyttöä samalla nostamalla sähkön siirron yksikkökustannuksia. Hinnanvaihteluiden kasvu parantaa energiavarastojen kannattavuutta ja lisää pohjoisissa oloissa erityisesti lämpövarastojen merkitystä.

Akkuteknologian kehitys tukee liikenteen sähköistymistä. Näköpiirissä on myös lentoliikenteen sähköistyminen. Polttokennojen ja mikroturbiinien kehitys yhdistettynä synteettisten polttoaineiden tuotantoon aurinko- ja tuulienergialla avaavat mahdollisuuden hyödyntämään aurinko- ja tuulienergiasta pohjoisissakin oloissa kaikkina vuodenaikoina.

Ydinenergia saattaa olla uusien läpimurtojen kynnyksellä. Pienet sarjavalmistetut ydinvaihtomat, fuusioenergia ja jopa lasertekniikalla huoneenlämmössä aikaansaadut ydinreaktiot vaikuttavat realistisilta skenaarioilta. Ydinvaihtomat uuden tulemisen lisäksi vanhojen tietesarjakuvien teemoista muistuttavat sädeaseet ja johdoton sähkönsiirto, jotka molemmat ovat astumassa vakavasti otettavan teknologian kentälle.

Energiateknologia	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
70	Aurinkosähkön nopea kehitys
71	Aurinkolämpö, lämmön varastointi ja käyttö
72	Energian massiiviset sähkövarastot
73	Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys
74	Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt
75	Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP
76	Vedyn edullinen säilytys
77	Off-Grid ja Micro-Grid -ratkaisut
78	CO ₂ -talteenotto ja käyttö raaka-aineena
79	Pienydinvaihtomat, fissio ja fuusio
80	Kineettisen energian talteenotto
81	Suurteholaserit, sädeaseet, magneettiasemat
82	Johdoton sähkönsiirto
83	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet

2.8.70 Aurinkosähkön nopea kehitys (070) ****

Teknologiakorin kohdealue: Motivan lukujen mukaan kullekin eteläisen Suomen vaakaneliömetrille osuu vuosittain keskimäärin 1.000 kWh:n suuruinen säteilyenergia. Tämä tarkoittaa kotitalouden tavallisesti maksaman sähkön hinnan mukaan noin sadan euron arvoista energiamäärää, mikäli se kyettäisiin kokonaan käyttämään ostetun sähkön korvaajana. Hehtaarin laajuiselle alalle laskettuna summa olisi miljoona euroa. Realistisempi laskelma sähkön noin 3 sentin kWh-kohtaisella tuotantokustannuksella ja 20% hyötysuhteella korjattuna johtaa hehtaaria kohden edelleen merkittävän 60 tuhannen euron tasoon. Tätä voi verrata kestävään, keskimääräiseen metsän vuosittaiseen myyntituloon. Se jää alle sadasosaan aurinkopaneelien tuotosta, vain 200-300 euroon hehtaarilta.

Aurinkoenergia tarjoaa mahdollisuuden vähentää fossiilisen energian kulutusta ja riippuvuutta sähköverkosta. Aurinkopaneelien uskotaan vaikuttavan merkittävästi esimerkiksi tulevaisuuden keveys- ja lentolaitteisiin ja avaruudessa ne ovat käytännössä satelliittien ainoa merkittävä energialähde.

Kehityksen yleiskuvaus: Asennetun aurinkoenergian hinta on laskenut pitkällä aikajaksolla 7-15% vuosittain. Tutkimusten mukaan hinnanlasku voi jatkua vielä pitkään. Ohutkalvotekniikalla aurinkopaneelit saadaan joustaviksi, kevyiksi ja helposti muihin rakenteisiin integroitaviksi. Niihin tarvitaan yhä vähemmän arvokkaita materiaaleja. Ohutkalvotekniikan haasteena on ollut alhainen hyötysuhde, mutta se ongelma on nopeasti korjaantumassa.

Kalvojen kestävyyttä ja niiden raaka-ainekoostumusta on kehitetty. Perovskiittia ja nanohiiliä tutkitaan erityisen aktiivisesti lupaavina materiaaleina tarkoituksena korvata arvokkaat tai valmistusprosessin ja ympäristön kannalta ongelmalliset raaka-aineet. Kestävyyden, edullisuuden ja hyötysuhteen lisäksi materiaaleja kehitetään soveltuviksi tehokkaaseen rullalta rullalle -tyyppiseen prosessiin. Tavoitteena ovat materiaalit, joilla kannattaa pinnoittaa tavallisia kattotiiliä, kattopeltejä ja ulkoverhouspaneeleja.

Aurinkopaneelien suunnitellaan peittävän myös tiepintoja. Näkyvän valon tarvittaessa läpäiseviä paneeleja suunnitellaan ikkunapintoihin. Aurinkoenergian on laskettu jo useissa maissa alittaneen pariteetin sähköverkosta saatavan sähkön kanssa ja takaisinmaksuajat lyhenevät jatkuvasti. Aurinkoenergiainvestoinnit kasvavat jatkuvasti globaalitasolla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi on radikaaleissa teknologioissa akateeminen ja yhteiskunnallinen, mutta lähellä kaupallistumista olevissa teknologioissa asiakaskysyntä ja kaupallinen kilpailu ajavat kehitystä. Kehitys on laajaa, hyvin resursoitua ja monimuotoista.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 70																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	5	5	10	5	20	5	10	1	3	3	3	0	0	3	0	0	5	3	3	0	****588

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaavat korit olivat 2.82 Nopeasti halventuva aurinkoenergia ja 2.83 Tehokkaat kevyet aurinkopaneelit, jotka sijoittuivat ensimmäiseen ja kolmanteen ryhmään.

Kaupallisten ohutkalvojen hyötysuhde on noussut 5% tasolta 14% tasolle. Laboratoriotasolla ohutkalvoissa on ylitetty 20% hyötysuhde paneeleilla, joiden käyttöikä lähestyy tavoitetta. Aurinkopaneelien asennetut määrät globaalisti ovat jatkaneet nopeaa kasvua. Monet tuotteet ovat yleistyneet, joissa aurinkopaneelit on integroitu muihin rakennusmateriaaleihin.

Laboratoriotason aurinkokennoilla on ylitetty 40% hyötysuhde. Joustava grafeenikalvo on saavuttanut 15.6% hyötysuhteen. Perovskiittikennon hyötysuhde-ennätys lähestyy 20% tasoa. Ikku-noihin tarkoitettu kokeellinen aurinkopaneeli on saatu viileänä kirkkaaksi ja auringonpaisteessa tummaksi ja sähköä tuottavaksi. Aurinkoenergian hinnan ennakoidaan edelleen merkittävästi laskevan 2020-luvulla ja hyötysuhteen paranevan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (070)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
R2R-PV tulostuskustannus \$10 /m2	https://www.newcastle.edu.au/newsroom/featured-news/the-clever-electronic-inks-rewriting-our-energy-future
GaSb-keskittävä aurinkokenno 45% hyötysuhde	http://wallstreetpit.com/113806-new-solar-cell-capture-suns-energy/
Joustava grafeeniPV 15.6%	http://www.gizmag.com/graphene-solar-cell-record-efficiency/30466/
Perovskiittikennon 11% vakaa 10.000 tuntia	http://www.eenewseurope.com/news/low-cost-perovskite-solar-cell-achieves-10000-hour-stability-0
1100h stabiili 19% perovskiitti-PV-kennon	https://phys.org/news/2017-12-guanidinium-stabilizes-perovskite-solar-cells.html
Kirkas/tummuva lasi tummana 11% aurinkopaneeli	https://www.nature.com/articles/s41467-017-01842-4
FS: tehokas ohutkalvoPV 2017	https://cleantechnica.com/2015/12/30/first-solar-panels-likely-surpass-p-type-crystalline-panels-performance-2017/
Kiinassa 1km aurinkopaneelitietä 800kW, lataa autoja	http://www.moneycontrol.com/news/technology/china-tests-its-first-solar-powered-highway-that-can-charge-electric-cars-2472605.html
Saudeille 1,5 eurosentin/kWh tarjous aurinkoenergiasta	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-03/saudi-arabia-gets-cheapest-ever-bids-for-solar-power-in-auction
IRENA: Aurinkosähkö 6-kertaistuu 2030 ja hinta laskee 60%	http://cleantechnica.com/2016/06/23/solar-power-account-13-world-electricity-generation-2030-says-irena/
Akut ja PV kankaaseen	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/back-to-the-future-serves-as-inspiration-for-clotting-with-a-solarpowered-battery
Tesla: PV-tiilikatto ja powerwall 2	http://www.theverge.com/2016/10/28/13463236/tesla-solar-roof-battery-new-elon-musk

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (070)	
Aurinkoenergiasta halvin sähköenergia-muoto	http://fortune.com/2016/12/15/solar-electricity-energy-generation-cost-cheap/
PV hyötysuhde-ennätys labrateknii-koilla - kartta	https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png
Fraunhofer: laaja katsaus aurinkoener-giaan	https://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-eng-lisch/pdf-files-englisch/photovoltaics-report-slides.pdf
Ohutkalvo-perovskiiitti-PV 17.8%	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-10/kift-rfp100616.php
Aurinkosähköä USAssa 2,5cent/kWh va-rastokuluineen	https://electrek.co/2016/10/16/us-based-solar-power-sto-rage-at-0-028kwh/
Aurinkopaneelitiekokeilut laajenevat	https://www.facebook.com/qznews/vi-deos/371889156523828/
Ruiskumaalattu perovskiiittiaurinko-kenno tuotettu	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5554192/
Grafeenilla fotonista useita elektroneja (PV)	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/green-tech/so-lar/graphene-gets-another-boost-in-high-conversion-effi-ciency-photovoltaics
1000C kestävä lämpökeräinmateriaali	http://news.mit.edu/2014/perfect-solar-cell-0929
Mikrometrin paksuinen, joustava aurin-kopaneeli	http://www.sciencedirect.com/science/arti-cle/pii/S1566119916300222
Orgaaninen ohutkalvo PV 13% hyöty-suhde	http://www.electronicseetimes.com/en/heliatek-claims-opv-world-record-efficiency-of-13.2-per-cent.html?cmp_id=7&news_id=222927415
Virte Solar -kattopelleissä PV-pinta	http://www.aamulehti.fi/kotimaa/suomalaisyritys-keksi-kattopellin-joka-toimii-samalla-aurinkovoimalana/
Värilliset aurinkopaneelit 35%	http://www.economist.com/news/science-and-techno-logy/21596924-way-double-efficiency-solar-cells-about-go-mainstream-stacking
Sun Power PV 24.1%	https://www.forbes.com/sites/michaelka-nellos/2016/06/27/sunpowers-24-1-efficiency-mark-are-we-near-the-ceiling/
Perovskiiitti voi "uudelleenkäyttää" fo-tonit	http://www.businessinsider.com/scientist-have-found-a-way-to-recycle-sunlight-2016-3?IR=T
Rectenna nanohiilistä, lupaavuus arvi-oitu	https://wattsupwiththat.com/2016/10/20/forget-solar-pa-nels-optical-rectenna-converts-light-directly-to-electricity/
PV:n hyötysuhde voi ylittää Shockley-Queisser-ajan	http://drexel.edu/now/archive/2016/august/bulkpve/

2.8.71 Aurinkolämpö, lämmön varastointi ja käyttö (071) *

Teknologiakorin kohdealue: Auringon säteily lämmittää Helsingin tasolla jokaista heijas-tamatonta neliometriä 1.000 kWh:n verran vuositasona. Käyttöveden lämmitys hoidetaan lämpimissä maissa rutiininomaisesti aurinkolämpökeräimillä. Aurinkolämpöä on mahdol-lista käyttää myös muuhun lämmitykseen. Pohjoisissa oloissa aurinkoenergia on kuitenkin vähäisimmillään silloin, kun lämmityksen tarve on suurin. Kesäaikaista aurinkolämpöä py-ritään pohjoisissa oloissa varastoimaan talven varalle. Tähän koriin kuuluu myös lämpöti-laerojen suora muuttaminen sähköksi.

Kehityksen yleiskuvaus: Aurinkolämpökeräimiä kehitetään yhä tehokkaammiksi. Taval-
lisimmin keräimessä kiertävä neste kulkee lämmitettävän veden lävitse. Jos vesi on val-
miiksi riittävän lämmintä, voidaan ylimääräinen lämpö ylikuumenemisen estämiseksi joh-
taa maaperään. Maaperän lämmittäminen maalämpöjärjestelmän putkiston avulla on sel-
laisenaan hyödyllistä, koska maaperä säilyttää lämmön pitkään. Lämmin maaperä tehostaa
maalämmön toimintaa. Lämpöä pyritään myös varastoimaan varta vasten rakennettuihin
lämpöakkuihin eli eristettyihin lämpöä varastoiviin materiaaleihin.

Keskittävä aurinkoenergia kokoaa peilien avulla auringonsäteitä joko aurinkosähköpaneel-
leihin tai sähköksi muutettavaksi lämmöksi. Osa lämpötilaerosta jää sähköksi muuttamatta.
Varastoituna lämpönä sekin on käytettävissä ja kehityksen kohteena.

Lauhdelämmön muuttamista sähköksi tutkitaan laajalti. Kyse on Seebeck-efektistä, jossa
lämpötilaero muutetaan sähköksi. Ilmiö on päinvastainen jääkaappeihin verrattuna, jotka
muuttavat sähkön lämpötilaeroksi. Efektin avulla voidaan parantaa lämpöä tuottavien pro-
sessien hyötysuhdetta. Lämpötilaeron sähköksi muuttavia termoelementtejä kehitetään
tarvittavan lämpötilaeron pienentämiseksi ja hyötysuhteen parantamiseksi sekä materiaa-
lien tuotantokustannusten laskemiseksi.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Lämpökeräimiä ja lämpövarastoja parannetaan kaupalli-
sista syistä. Kokonaan uudentyyppisissä ratkaisuissa tutkimusmotiivi on akateeminen tai
pitkän tähtäimen kaupallinen tavoite. Kehitys on kohtuullisen laajaa ja mukana on startup-
yrityksiä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 71																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	0	3	0	3	3	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	*88

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähin vastaava kori on 2.91 Aurinkolämpö ja
lämmön pitkäaikainen varastointi, joka sijoittui toiseksi korkeimpaan ryhmään. Aurinko-
lämmön talteenottoon ja varastointiin on julkaistu useita kotimaisia tuotteita ja tuotekon-
septeja, kuten Polarsol, Solixi ja Ahood. Espooseen on tekeillä geoterminen voimala. IBM on
julkaissut aurinkokeräimen, jonka hyötysuhde on 75%. Se tuottaa osin sähköä, osin lämpöä
ja puhdasta vettä. Aurinkolämmön varastointia tutkitaan faasimuunnokseen perustuen.
Aurinkolämmön varastointiratkaisut ovat siirtymässä markkinoille ja ratkaisut kehittyvät
melko nopeasti.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (071)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
200MW-Energian varastointia kylmään	http://www.bbc.com/news/science-environment-37902773
Spin Seebeck-efektillä hukka- lämpö talteen	https://www.rdmag.com/article/2017/01/device-converts-heat-electricity
IBM 80% aurinkoenergiakeräin	http://www.theguardian.com/environment/2014/sep/28/solar-energy-sunflower-ibm-airlight-electricity

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (071)	
Vanadiumdioksidi johtaa sähköä, ei lämpöä	http://newscenter.lbl.gov/2017/01/26/electricity-not-heat-flows-in-vanadium-dioxide/
Lämmön talteenotto AHOOD	http://koti.ts.fi/rakenna/aktiivivaippa-nappaa-ilmaislammontalteen
Hiekka aurinkolämmön varastona	https://news.masdar.ac.ae/explore-news/stories-by-type/transformation/item/8888-masdar-institute-research-successfully-proves-uae-desert-sand-can-store-solar-energy-up-to-1000-c.html
IBM Sunflower etenee, yhdistetty hyötysuhde 75%	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X17304942
Aurinkolämmön varastointi faasisuunnos	http://www.google.com/patents/US8231804
Lämpöenergialla ladattava sähköakku Linköping	http://phys.org/news/2016-03-supercondenser-sun.html

2.8.72 Energian massiiviset sähkövarastot (072) **

Teknologiakorin kohdealue: Yhteiskunta käyttää runsaasti energiaa lämmitykseen, liikumiseen ja monenlaisiin teollisiin prosesseihin. Koska sekä energiatarve että tuotantokyky vaihtelevat, tarvitaan energian tuotannossa säädettävyyttä tai kyky varastoida energiaa. Vaihtelu riippuu esimerkiksi vuorokaudenajasta, vuodenajasta tai säätilasta. Tarpeiden ja mahdollisuuksien laajan kirjon vuoksi optimaaliset ratkaisut vaihtelevat.

Tässä korissa energian varastointina ei pidetä esimerkiksi tavanomaisia öljysäiliöitä tai hiilikasoja, vaan keskitytään erityisesti sellaisiin energiavarastoihin, joissa sähköenergia muutetaan helposti varastoitavaan muotoon ja palautetaan myöhemmin takaisin sähköksi. Liikkuviin laitteisiin tarkoitettut ja muut pienet akut käsitellään toisaalla korissa 73.

Kehityksen yleiskuvaus: Energian varastoinnissa käytetään hyväksi useita energiamuotoja. Potentiaalienergiaa käytetään pumppuvoimaloissa. Vettä pumpataan patoaltaisiin, korkeisiin torneihin, kaivoskuiluista tai meren pohjan säiliöistä. Energiaa varastoidaan pumpuilla myös paineistettuihin säiliöihin, luoliin ja meren pohjaan. Potentiaalienergiaa varastoidaan lisäksi mekaanisena massana, esimerkiksi vuoren rinteeseen vedettäviin vauhuihin. Kineettistä energiaa varastoidaan lähinnä hyrräenergiaksi.

Sähkökemialliset ilmiöt sitovat sähköä, valon tai lämmön energiaa muotoon, josta se voidaan myöhemmin toisen reaktion avulla palauttaa. Näihin reaktioihin etsitään mahdollisimman kestäviä ja edullisia materiaaleja.

Suurtehoakuissa puhutaan varastoidun energian määrästä, lataus- ja purkutehosta, sähköstä sähköön -hyötysuhteesta sekä lataus-purkusykyjen määrällisestä kestävyyydestä. Osa akuista toimii vain kuumina. Mikäli akun hyötysuhde on alhainen, on hyvä huomata sen kuumenevan helposti. Tällainen akku vaatii käyttötilanteessa jäähdytystä. Tehon ja energian hinta on useissa suurtehoakuissa arvioitava erikseen, koska tekniikasta riippuen niiden keskinäinen suhde vaihtelee suuresti.

Energiavarastoinnin massiivisimmat ratkaisut ovat edelleen patoaltaita. Muu tuotannon vaihtelu toteutetaan käynnistämällä tai sulkemalla säätövoimaa tarjoavia laitoksia tarpeen mukaan. Uusiutuvan energian lisättyä säätötarvetta ja teknologian kehityttyä, ovat akkumaiset energiavarastot alkaneet yleistyä ja kehityksen ennakoidaan voimistuvan nopeasti.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Suurten energiavarastojen kehityksessä akateeminen motiivi on edelleen voimakas, mutta kaupallinen ja kilpailullinen motiivi tulee voimistumaan nopean markkinakasvun vuoksi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 72																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	0	3	0	20	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**145

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta oli 2.90 Energian massiivinen varastointi suurtehoakkuihin ja se sijoittui toiseen ryhmään. Useat tuotolin lupaavat teknologiat ovat edenneet tuotantoon ja kehitys on nyt huomattavasti laajapohjaisempaa kaikilla osa-alueilla.

Arvion mukaan akkutehon vuosilisäys monikymmenkertaistuu vuoteen 2026 mennessä ja energian varastointikulut laskevat 70% vuoteen 2030 mennessä. Tesla on julkaissut Li-suurtehoakkunsa kiinteistöjen varavoimaksi ja sähköverkon kuormantasaukseen ja käynnistänyt \$5MRD Gigafactorynsä tuotannon. EOS on julkaissut Aurora-nimellä \$160/kWh hintaisen sinkkihybridiakkunsa ja sitoutuu vuonna 2022 laskemaan hinnan \$95/kWh:iin.

Kehitteillä olevan Flow-akun materiaalikustannus on \$20-\$30 / kWh, kesto toistaiseksi vasta 1500 tuntia. Alumiiniakku, natrium-magnesiumakku, sinkkimangaanioksidiaakku ja monet muut akkumateriaalit etenevät kokeiluissa kohti kestäviä rakenteita. Tuulivoimaloihin on yhdistetty pumppuvoimaloita useilla eri tavoilla.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (072)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
MIT: Flow-akun kustannus \$20-30 / kWh, kesto nyt 1500h	https://newatlas.com/air-breathing-battery/51720/
Akkutehon vuosilisäys monikymmenkertaistuu v2026	https://cleantechnica.com/2017/07/24/global-annual-utility-scale-distributed-energy-storage-capacity-additions-exceed-50-gw-2026/
EOS toimituksiin, hinta v. 2022 laskee \$95/kWh, nyt \$160	http://www.business-wire.com/news/home/20170418005284/en/Eos-Energy-Storage-Orders-95kWh-Eos-Aurora%C2%AE
Pumppuvoimala-pilotti merenpohjaan, kilpailukykyinen	http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/09/storing-energy-in-the-sea-a-new-design-for-marine-energy-storage.html
Halvat akkumateriaalit: alumiini, urea, grafiitti, 100% Faradaytehokkuus	http://news.stanford.edu/2017/02/07/stanford-engineers-create-low-cost-battery-storing-renewable-energy/
Natrium-magnesiumakku lupaavia koetuloksi	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.chemmater.5b03531?journalCode=cmatex&

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (072)	
Alumiiniakku kestää 7.500 lataus-kertaa	https://energy.stanford.edu/news/aluminum-battery-stanford-offers-safe-alternative-conventional-batteries
Tuulivoimalan mastossa pumppu-voimala	http://qz.com/823054/germany-wind-turbine-hydroelectric-batteries/
Teslan Gigafactory 5MRD\$	https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-07-26/tesla-opens-gigafactory-to-expand-battery-production-sales
5000 latausta, 285Ah/kg sinkki-mangaanioksidiakulle	http://www.pnnl.gov/news/release.aspx?id=4269
Akkuteknologian (Grid) kehitysti-lanne ArpaE	http://www.sandia.gov/ess/docs/events_news/2nd_12_projects_9-17-10.pdf
Alphabet - termoenergiasuola-akku	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-31/alphabet-wants-to-fix-renewable-energy-s-storage-problem-with-salt
Pitkäikäinen, 99% FaradayHS, Flow-akku	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsnenergylett.7b00019
Tesla: 129MWh Li-akusto Australi-aan 100pvssä	https://www.theguardian.com/australia-news/2017/jul/07/tesla-to-build-worlds-biggest-lithium-ion-battery-in-south-australia
Ruotsi aikoo tukea kotien energia-varastoja	http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/10/sweden-set-to-launch-residential-energy-storage-scheme.html
Flow-akku edullisista materiaaleista	http://jes.ecsdl.org/content/161/9/A1371.full?sid=e4be8ba7-839f-4669-9a85-5b9c42d73289
Tuulivoimalan 85% paineilmaener-giavarasto testiin	http://www.offshorewind.biz/2016/11/14/german-researchers-start-testing-offshore-wind-energy-storage-system/
Energian varastointikulut 70% alas 2030 mennessä	https://www.worldenergy.org/publications/2016/e-storage-shifting-from-cost-to-value-2016/
Energiavarastojen markkinaen-nuste	http://cleantechnica.com/2014/06/09/solar-energy-storage-system-market-germany-approaching-boom/
Flow-akku kotiin turvallisista mate-riaaleista	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/hu-gsf091715.php
Merenalainen energiavarasto pai-neilmaa	http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/78934
Halpa akkumateriaali kissankulta, natrium, magnesium	http://www.gizmag.com/fools-gold-replace-lithium-batteries/40404/
Sähköautojen akuilla jatkomarkkina	https://ark-invest.com/research/ev-batteries-value
Merenalainen energiavarasto (paine)	http://www.greentechmedia.com/articles/read/fraunhofer-races-hydrostor-for-underwater-storage
Sulametalliakku kehitteillä Nor-jassa, natrium-sinkki	http://www.eenewseurope.com/news/new-liquid-metal-battery-may-solve-renewable-energy-storage-problem-0
Sokeripariston energiatiheys para-nee	http://phys.org/news/2014-01-energy-dense-sugar-battery.html
Energiavaraston takaisinmaksu USAssa 5 vuotta	http://www.greentechmedia.com/articles/read/battery-storage-pays-back-in-less-than-five-years-sc-finds
Flux-kondensaattori 2Wh/kg na-nopinnoilla	http://advances.sciencemag.org/content/advances/1/9/e1500605.full.pdf
Flow-akku 240eur/kWh	https://cleantechnica.com/2014/12/01/us-navy-pushes-solar-energy-storage-solution/

2.8.73 Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys (073) ****

Teknologiakorin kohdealue: Liikkuvat koneet ja mukana kuljetettavat elektroniikkalaitteet tarvitsevat itsenäisen voimanlähteen. Polttomoottorit, aurinkopaneelit ja muut primäärienergiaa käyttävät ratkaisut ovat usein epäkäytännöllisiä vaihtoehtoja akkuihin verrattuna.

Sähkömoottoreiden sekä kannettavien elektroniikkalaitteiden ja sähköverkon ulottumattomissa liikkuvien robottien yleistyminen on kasvattanut nopeasti kevyiden, energiatiheiden ja nopeasti ladattavien akkujen kysyntää. Sähköverkon kuorman tasauksen sähkövarastot käsitellään korissa 72.

Kehityksen yleiskuvaus: Akuilla on viisi tärkeää ominaisuutta: energiatiheys kuvaa varastoitavan energian määrän kiloja tai litraa kohden. Teho kuvaa sen, miten paljon energiasta saadaan käyttöön aikayksikköä kohden. Hyötysuhde kuvaa, kuinka suuri osa energiasta saadaan hyötykäyttöön muun osan lähinnä lämmittäessä akkua. Latauskertojen määrä kuvaa sen, kuinka monta lataus-purkusykliä akku kestää suorituskyvyn olennaisesti heikkenemättä. Latausnopeus kuvaa ajan, joka vaaditaan akun täyteen lataukseen. Näiden kaikkien tulisi olla hyväksyttävällä tasolla, jotta akun käyttö olisi mielekästä.

Mainittujen piirteiden lisäksi akkumateriaalien edullisuus, valmistusprosessin tehokkuus ja lopputuotteen turvallisuus ovat tärkeitä ominaisuuksia. Useissa tutkimuksissa raportoidaan yksittäisen ominaisuuden huippuarvo, vaikka kokonaisuus olisi käyttökelpoton. Akkuteknologiassa tutkimusjulkaisujen lukeminen on useita muita tutkimusalueita haastavampaa, koska mielekäs kokonaisuus koostuu monista osatekijöistä, jotka kaikki vaikuttavat toisiinsa.

Lupaavia kehityshankkeita on runsaasti. Valtavirtateknologiana litium-ioni -akku on pitänyt puoliaan kahdesta syystä. Se on ensinnäkin kehittynyt jatkuvasti monien inkrementaalisten ja tuotannollisten innovaatioiden vuoksi. Toiseksi sillä on suurten tuotantomäärien vuoksi mittakaavaetu puolellaan. Kilpailevan teknologian tulisi olla ratkaisevasti parempi, jotta suurinvestoinnit valmistuksen automatisointiin ja muihin mittakaavaetuihin kannataisivat. Merkkejä on, että uudet teknologiat olisivat nyt ylittämässä näitä rajoja.

Kemiaan perustuvien akkujen sijaan kondensaattorit ovat elektronien varauskykyyn perustuvia laitteita. Varauskyyky perustuu hyvin laajaan pintaan, jossa elektronit voivat kulkea. Latausnopeus ja purkunopeus ovat tavallisesti suuria ja kuluminen olematonta. Kondensaattoreita käytetään nopeisiin varastointi- ja purkutarpeisiin, mutta myös akkujen tavoin, jos niiden energiatiheys on riittävä. Kondensaattorikehitys on vauhdittunut nanomateriaalien ja erityisesti ohuiden pintojen hallinnan parantuessa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimus etenee merkittäväällä nopeudella sekä akateemisesti motivoituna, suurten valmistajien kilpailullisista syistä ja riskisijoittajien rahoittamien startup-yritysten voimalla.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 73																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	20	10	0	0	5	0	5	0	3	5	0	0	5	5	0	10	3	0	0	0	****497

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kori on 2.89 Kevyet tehokkaat nopeasti ladattavat akut ja kondensaattorit. Se sijoittui ylimpään ryhmään. Kehitys on jatkunut nopeana. Yritykset ovat kehittäneet useita menetelmiä, joilla Litium-ioniakun energiatiheyttä, latausnopeutta ja kestävyyttä saa merkittävästi parannettua. Haastajateknologiat ovat saavuttaneet laboratorioissa merkittäviä suoritusarvoja. Storedot-akku ja Toshiba SCiB-akku latautuvat viidessä minuutissa. BroadBit kehittää myös viidessä minuutissa ladattavaa natrium-akkua.

Kalifornian yliopiston kehittämä nanolankoihin perustuva nopeasti ladattava akku kestää yli 200.000 latauskertaa suorituskvyn kärsimättä. Litium-ilma -akun kehitys etenee, tavoitteena on polttonesteitä vastaava tehopainosuhde. Litium-rikkiakun energiatiheys on kymmenkertainen nykyisiin LI-akkuihin verrattuna, mutta tutkijat ovat toistaiseksi onnistuneet saamaan aikaan vasta 50 latauskertaa kestävä version. Bio Solar ennakoii kehitysvaiheessa olevalle polymeeriakulle \$54/kWh -hintaa ja 1kWh/kg-energiatiheyttä. Sellulosaasta ja grafeenista kehitetään superkondensaattoreita, joiden kapasiteetti lähestyy nykyisiä akkuja, mutta latausnopeus ja latauskertojen kesto ovat kertaluokkia suurempi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (073)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Li-ilma-akku toimii pienellä heikkeneemisellä ja häviöllä	http://www.nature.com/articles/nenergy2016111
Vesipitoinen LI-akku, 10 tuhatta sykliä, 2min latausaika	https://phys.org/news/2017-12-road-fast-stable-batteries.html
Grafeenilla LI-akun kapasiteetti 500Wh/kg, 98%/400	https://arstechnica.com/science/2017/07/lithiumgraphene-foil-makes-for-a-great-battery-electrode/
Nopeasti ja usein ladattava akku 200.000 latausta	http://www.techtimes.com/articles/152383/20160422/nanowire-based-battery-with-off-the-charts-charging-power-is-this-the-future-of-electronics.htm
Li-happiakun ongelmia ratkaistu	http://news.mit.edu/2016/new-lithium-oxygen-battery-greatly-improves-energy-efficiency-longevity-0725
Rice: Asfaltti-Li-metalliakku huippuarvoilla 500 sykliä	http://news.rice.edu/2017/10/02/asphalt-helps-lithium-batteries-charge-faster-2/
Storedot-akkuun 300 mailin lataus 5 minuutissa	https://www.engadget.com/2017/05/12/storedot-ev-battery-demo/
Toshiban SCiB -akku latautuu minuuteissa, kestää pakkasta	http://www.scib.jp/en/about/index.htm
Nopeasti latautuva akku, runsas rahoitus, Samsung, Storedot	http://www.bbc.com/news/technology-30708945
Halvat, tehokkaat natriumakut testiin, Broadbit	http://www.broadbit.com/
Litium-rikkiakussa suuri energiatiheys, kehitys aktiivista	http://www.extremetech.com/extreme/200255-glass-coated-sulfur-particles-could-improve-battery-life-1000-percent
LIG prosessilla muovista superkondensaattori	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/laserinduced-graphene-looks-to-displace-batteries-with-supercapacitors
Braga&Goodenough'n tehoakusta tutkimusjulkaisu	https://news.utexas.edu/2017/02/28/goodenough-introduces-new-battery-technology

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (073)	
Litium-ilma-akku kehitteillä	http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/an-electric-car-battery-that-will-get-you-from-paris-to-brussels-and-back
Broadbit-natriumakuilla vahva Suomi-kytkentä	http://www.insinööri-lehti.fi/natriumakut-valtaavat-s%C3%A4hk%C3%B6py%C3%B6r%C3%A4t
Sellusta superkondensaattoreita	http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=49290
Tesla tuplaannut akkujen eliniän	https://electrek.co/2017/05/09/tesla-battery-lifetime-double/
Litium-metalli -akut kaupallistumassa	https://techxplore.com/news/2016-08-lithium-metal-batteries-smartphones-drones.html
Bill Joy'n polymeeriakulla 400 latauskertaa, 3v tuotantoon	https://www.wired.com/story/bill-joy-finds-the-jesus-battery/?mbid=social_fb
Samsung: minuuteissa ladattava LI -akku grafeenipalloilla	https://www.nature.com/articles/s41467-017-01823-7
Luvassa 54\$/kWh, 1000Wh/kg polymeeriakku (Bio Solar)	http://cleantechnica.com/2016/02/26/new-energy-storage-solution-could-hit-magic-54-mark/
Nopea, edullinen alumiiniakku, 7500 latauskertaa	http://www.nature.com/nature/journal/v520/n7547/abs/nature14340.html
Hampusta superkondensaattori 12Wh/kg helposti	http://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2014/august/could-hemp-nanosheets-topple-graphene-for-making-the-ideal-supercapacitor.html
Bosch lupaa edullisen 400Wh/kg akun 2020 mennessä	http://nextbigfuture.com/2015/09/bosch-claims-they-will-commercialize.html
Daimlerin rahoitus pikaladattaville Storedot-akuille	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-09-14/daimler-trucks-backs-storedot-fast-charging-battery-startup
Pitkäikäinen kokeellinen paristo (400vuotta)	http://www.mymazingearth.com/2016/09/student-accidentally-creates.html
Li-titanaattihydridiakku nopea, stabiili, 10.000 sykliä	https://www.nature.com/articles/s41467-017-00574-9
Grafeeni-rikki-litium-akkumateriaalin valmistustekniikka kehitetty	https://techxplore.com/news/2017-12-graphene-lithium-sulfur-batteries.html
Selluloosasta superkondensaattoreita	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/12/151203111337.htm

2.8.74 Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt (074) *

Teknologiakorin kohdealue: Fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuu hiilidioksidipäästöjä, jotka aiheuttavat ilmastomuutoksen. Pyrittäessä hiilineutraaliin yhteiskuntaan, tulisi kaikki se hiili, joka poltetaan, kerätä takaisin ilmaan päässeestä hiilidioksidista ja pelkistää takaisin hiileksi tai sen muiksi yhdisteiksi. Hiilidioksidia ja vettä voidaan esimerkiksi aurinko- ja tuulienergian avulla muuttaa polttonesteiksi. Fotosynteesi on biologinen menetelmä tähän tarkoitukseen ja sitä tulisi tehokkaasti matkia.

Synteettisillä polttoaineilla voi olla useita etuja fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Esi-merkiksi puhtaus tai muu koostumus voi helpottaa niiden käyttöä. Polttonesteiden syntetisointi on myös tapa saattaa energia helposti varastoitavaan muotoon.

Kehityksen yleiskuvaus: Yksinkertaisin keino synteettisten polttonesteiden tuottamiseen perustuu veden hajottamiseen sähköön avulla vedyksi ja hapeksi. Vety itsessään on tavoittelemisen arvoinen tuote, joskin vaikeasti säilytettävissä. Se voidaan metanoida hiilidioksidin kanssa helpommin varastoitavaan muotoon. Tarvittavia kemiallisia reaktioita helpotetaan katalyyttien ja erotustekniikan keinoin siten, että energiaa kuluu mahdollisimman vähän. Tavoitteena voi vedyn sijaan olla nestemäinen muurahaishappo tai monimutkaisempia nestemäisiä hiilivetyjä, joiden varastointi ja käyttö polttomoottoreissa ja polttokennoissa on kaasuja yksinkertaisempaa.

Sähköön sijaan voidaan käyttää katalyyttejä, joiden avulla valo suorittaa tarvittavan työn. Tällöin vesi ja hiilidioksidi yhdistyvät valon vaikutuksesta suoraan hiilivedyiksi ja vapauttavat happea kuten kasveissa tapahtuu. Mikäli käytetyt katalyyttiset materiaalit ovat synteettisiä, kutsutaan tätä keinotekoiseksi fotosynteesiksi. On myös mahdollista käyttää tarkoitukseen geenimanipuloituja bakteereja. Tarvittavien materiaalien alhainen kustannus, hyötysuhde ja kestävyys ovat tutkimuksen tavoittelemia ominaisuuksia.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi on pääosin akateeminen tai yritysten pitkän tähtäimen tavoite. Yhteiskunnallinen motiivi on selkeä, mutta se näkyy ennen kaikkea tutkijoiden henkilökohtaisena harrastuneisuutena. Yhteiskunnan rahoitus ei vastaa ratkaistavan ongelman laajuutta.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 74																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	3	0	0	10	0	10	5	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	3	0	*126

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.84 Keinotekoinen lehti, synteettisesti polttoainetta auringonvalosta ja hiilidioksidista, ja se sijoitui neljänteen ryhmään. Kehitys on edennyt nopeasti yhä tehokkaampiin ja pidempikestoisiin koelaitteisiin.

Aurinkoenergian muuttamisessa vedyksi on saavutettu laboratoriotasolla jo yli 20% hyötysuhde. 14% hyötysuhteella on saavutettu 40 tunnin kesto. Vetyä on tuotettu sähköstä yli 80% hyötysuhteella ja metaanituotannossa hyötysuhde on ylittänyt 50%. MOF-materiaaleja kehitetään synteettisten polttonesteiden tuotantoon. GMO-bakteerin avulla auringonvaloa on muutettu etikkahapoksi 80% hyötysuhteella. 100 tuntia kestänyt nanokatalyytti on pelkistänyt valon avulla hiilidioksidia hiilimonoksidiksi. Etanolin tuotantoa elektrokatalyyysin avulla kehitetään myös jatkuvasti ja siinä on saavutettu yli 50% Faraday-tehokkuus. Propanin tuotantoon geenimuunneltujen bakteerien avulla on löytynyt menetelmä. Leväkasvusto on saatu tuottamaan sähköä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (074)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Auringonvalosta isobutanolia 10% hyötysuhteella	http://news.harvard.edu/gazette/story/2016/06/bionic-leaf-turns-sun-light-into-liquid-fuel/
LIG-grafeeni halkaisee veden, vety ja happi eri pinnoille	https://phys.org/news/2017-08-lab-dual-surface-graphene-electrode-hydrogen.html

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (074)	
Keskitetty aurinko ja nikkeli-katalyytti, 22% vedyksi	http://www.techtimes.com/articles/77142/20150818/this-artificial-leaf-could-be-humanitys-lifeline-when-fossil-fuels-are-out.htm
Vetyä auringonvalosta 14%, kesto 40h, tavoite 1000h	http://phys.org/news/2015-09-efficiency-solar-hydrogen-production-percent.html
Vetyä näkyvästä valosta (65% quantum efficiency)	http://www.kurzweilai.net/making-hydrogen-fuel-from-water-and-visible-light-at-100-times-higher-efficiency
Kyberbakteerilla auringosta etikkahappoa 80% hyötysuh-teella	https://phys.org/news/2017-08-cyborg-bacteria-outperform-sunlight-compounds.html
MOF sinisellä valolla CO ₂ ->polttoneiteiksi (formate yms.)	https://phys.org/news/2017-04-scientist-trigger-artificial-photosynthesis-air.html
Vetyä ilmasta grafeenilla	http://phys.org/news/2014-11-protons-fuel-graphene-prospects.html
Kasvien CO ₂ ->sokeriprosessiin 25% parannus	http://www.popularmechanics.com/science/energy/a23938/fix-carbon-dioxide-useful-products/
CO ₂ -> etikka, muura-haishappo - nikkeli&hiilikatalyytillä	http://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700921.full
Valolla CO ₂ -> CO, nanokatalyytti 100h käyttöaika	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/07/160730154602.htm
Soletair: polttonestettä CO ₂ :sta ja auringosta siirrettävällä laitteella	http://newatlas.com/carbon-dioxide-fuel-pilot-plant-finland-kit-ineratec/46362/
62% CO ₂ -> etanoliksi nanokatalyyteillä	https://phys.org/news/2016-10-nano-spike-catalysts-carbon-dioxide-ethanol.html
CO ₂ &H ₂ O auringonvalolla ja lämmöllä polttoneiteiksi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uota-pop022216.php
Tehokas rautanikkelikatalyytti vedyn tuotantoon	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180201141512.htm
Tehokas, kestävä katalyytti vedyn erottamiseksi vedestä	http://www.pnas.org.ezproxy.grifols.com/content/114/22/5607.full
Valolla typpikaasusta ammoniakkia	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/drel-ndl042616.php
Biometanoinnilla vety + CO ₂ metaaniksi biokaasulaitoksessa	http://www.biotalous.fi/qvidja-kraftin-biometanointi-mullistaa-bio-energian-tehokkuuden-ja-varastoinnin/
Yli 80% hyötysuhteella vetyä vedestä	http://news.stanford.edu/news/2015/june/water-splitter-catalyst-062315.html
Skaalattavan keinotekoisen lehden 3.9% prototyyppi	http://www.nature.com/ncomms/2016/160907/ncomms12681/full/ncomms12681.html
Vetyä 1.55V massatuotettavalla kolmikerroskalvolla	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221128551730441X
CO ₂ ruokasoodaksi tehokkaasti	https://qz.com/878674/two-indian-engineers-have-dramatically-reduced-the-cost-of-capturing-carbon-dioxide-emissions/
Nikkeli-rauta-akku tuottaa vetyä yllälaauksessa	http://www.energyharvestingjournal.com/articles/10431/electricity-storage-and-hydrogen-production-in-a-single-system
Dieseliä vedestä ja hiilidioksidista Audin koelaitoksessa	http://www.sciencealert.com/audi-have-successfully-made-diesel-fuel-from-air-and-water

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (074)	
Levästä sähkönlähde	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/ws-mpp100215.php
E.coli tuottamaan propaania	http://www.utu.fi/fi/Ajankohtaista/Uutiset/Sivut/Mikrobit-saatiin-tuottamaan-propaania.aspx
UV-valolla + rhodiumilla CO2 metaaniksi	https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/13671/ncomms14542.pdf?sequence=1
Ruteniumilla infrapuna vapauttaa vetyä vedestä	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171117103742.htm
CO2->muurahaishappoa kulumattomalla iridiumkatalyytillä	https://phys.org/news/2016-06-chemists-greenhouse-gas-hydrogen-fuel.html
Metaania sähköstä 50%	http://www.rdmag.com/news/2015/08/milestone-achieved-hybrid-artificial-photosynthesis
Etanolia CO2:sta huoneenlämmössä, 57% Faraday-tehokkuus	http://news.stanford.edu/news/2014/april/ethanol-without-plants-040914.html
Keinotekoinen fotosynteesimolekyyl	http://www.sciencealert.com/new-research-has-made-synthetic-photosynthesis-possible
MOF-katalyytillä CO2 metaanointi	http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/ta/c7ta00958e
Metaanista metanolia mangaanikatalyytillä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/uosd-hto012816.php
Vetyperoksidia merestä polttokennoihin 0,3% hyötysuhde	http://phys.org/news/2016-05-electricity-seawater-method-efficiently-hydrogen.html

2.8.75 Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP (075) **

Teknologiakorin kohdealue: Paikallinen energiantuotanto on verrattain yksinkertaista polttomoottorin avulla, mikäli tarvitaan mekaanista energiaa. Myös polttaminen on yksinkertaista, mikäli tarvitaan lämpöenergiaa. Sähkön tuotanto on näillä keinoin kuitenkin verrattain tehotonta. Muut keinot, kuten aurinkoenergia tai tuulienergia ovat pohjoisissa oloissa vaihtelevasti saatavilla ja pitkäaikaiset ja suurikapasiteettiset sähkövarastot ovat hyvin arvokkaita.

Polttokenno tarjoaa esimerkiksi diesel-aggregaattia paremman ratkaisun hajautettuun sähköntuotantoon. Kyse on meluttomasta ja saasteettomasta laitteesta, joka muuttaa polttoaineen suoraan sähköksi ja lämmöksi. Polttokennon ohella muut niinkutsutut micro-CHP -ratkaisut, kuten mikroturbiineihin perustuvat laitteet sisältyvät rajauksen sisään.

Kehityksen yleiskuvaus: Polttokennojen markkinat ovat 2000-luvulla monikymmenkertastuneet. Laitteita kehitetään mm. vedyn, metaanin, alkoholin ja sokerin käyttöön energialähteenä. Polttokennot kehitettiin alun perin avaruustutkimuksen ja muiden vaativien olosuhteiden sähköntarpeisiin. Nyt niiden avulla tuotetaan varavoimaa laskentakeskuksiin, sähköä ja lämpöä rakennuksiin ja sähköä moniin sähköverkon ulottumattomissa oleviin kohteisiin sekä vetyautoihin.

Polttokennot toimivat katalyyttisten materiaalien avulla siten, että osa polttoaineen hapetumisessa vapautuvasta energiasta muuttuu suoraan sähkövirraksi ja osa lämmöksi. Polttokenno voi vaatia minimilämpötilan, joka on saavutettava ennen sähköntuotannon alkua. Epäpuhtaudet tukkivat katalyytit helposti ja polttokennoilla voi muutoinkin olla rajallinen käyttöikä. Kutakin polttoainetta varten on suunniteltu omat polttokennonsa.

Mikroturbiinit ovat myös kehittyneet nopeasti varavoiman ja yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannon tarpeisiin. Sähkön osuus ei nouse polttokennojen tasolle, mutta teknologia on kypsempää ja yhdistetty hyötysuhde korkea.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Polttokennoja kehitetään sekä akateemisen motiivin että yritysten tuotekehittelyn ja asiakaskysynnän vauhdittamana. Mikroturbiineja kehitetään normaalina osana liiketoimintaa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 75																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	3	3	0	0	10	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	**135

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi ja perustettu aihealueen kehityksen ja oletetun tärkeyden vuoksi. Polttokennojen tehokkuus on ylittänyt selkeästi dieselaggregaatit, jopa huomioimatta lämmöntuotantoa. Redox Cube on kuutiometrin kokoinen 25kW-tehoinen luonnonkaasua käyttävä laite, joka lupaa yli 54% hyötysuhteen sähköntuotannossa ja yli 80% hyötysuhteen yhdistetyssä sähkön ja lämmöntuotannossa. GE arvioi pääsevänsä jopa 95% energiatehokkuuteen yhdistetyssä sähkön ja lämmöntuotannossa. Mikrobipolttokennot käyttävät E.Coli-bakteeria ja sokeria. Arkkibakteerien avulla on tuotettu metaanista sähköä. Platina on korvattu nikkelillä polttokennossa. Toyota on avannut tuhansia polttokennopatentteja. Mikroturbiinien markkina on selkeässä kasvussa micro-CHP-järjestelmissä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (075)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
GE:Polttokennot 95% S+L, luonnonkaasusta 65% sähköksi	http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/fuel-cells/ge-claims-fuel-cell-breakthrough-starts-pilot-production
Pienet polttokennot, 25kW 1m3 luonnonkaasukkenno	http://www.redoxpowersystems.com/products/
Polttokennokatsaus IEA vuoteen 2050	https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapHydrogenandFuelCells.pdf
Kotitalouden polttokennon hyötysuhde yli 80% lämpö+sähkö	https://www.viessmann.co.uk/en/residential-buildings/combined-heat-and-power-generation/micro-chp-unit-based-on-a-fuel-cell/vitavalor-300p.html
Micro-CHP-polttokennojen feasibility-laskelma	http://enefield.eu/wp-content/uploads/2017/12/LCC_modelling_report_Public-Summary-ene.field_.pdf
5000 polttokennopatenttia vapaaksi (Toyota)	http://www.geekwire.com/2015/toyota-gives-away-patents-build-game-changing-car-future/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (075)	
Mikrobi-sokeripolttokenno, E.Coli ym.	http://www.businessinsider.com/chinese-students-sugar-powered-battery-microbial-fuel-cell-2015-11
Vetypolttokennoyritys Ruotsissa	http://www.powercell.se/
Älykkääseen microgridiin poltto-kenno Marjamäessä	http://www.decentralized-energy.com/articles/2018/02/fuel-cell-chp-planned-for-finnish-district-energy-smart-grid.html
Katsaus polttokennojen kehitykseen	https://www.greentechmedia.com/articles/read/fuel-cells-in-2017-are-where-solar-was-in-2002
Nikkeli korvaa platinan polttokennoissa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/uod-fca011416.php
Off Grid-talo PV->vety->polttokenno	http://inhabitat.com/worlds-first-solar-powered-hydrogen-development-takes-homes-100-off-grid/
Mikrobipolttokenno, taustoitus	https://en.wikipedia.org/wiki/Microbial_fuel_cell
Capstone-turbiini, micro-CHP 90% yhdistetty sähkö+lämpö	https://www.capstoneturbine.com/products/c30
Enertwin-mikroturbiini CHP 3kW sähkö +15kW lämpö	http://www.enertwin.com/
Biomassan poltto ilman päästöjä	http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-kehitt%C3%A4%C3%A4-biomassan-polttoteknologiaa-%E2%80%93-tavoitteena-negatiiviset-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t
Metaanista sähköä arkibakteereilla	http://phys.org/news/2015-10-microorganisms-sea-power-nowire-cables.html

2.8.76 Vedyn edullinen säilytys (076) *

Teknologiakorin kohdealue: Vety osataan irrottaa vedestä hukkaamatta kovin suurta osuutta energiasta lämmöksi. Se on myös yksinkertaisin laittein käytettävissä sähkön, lämmön ja mekaanisen energian lähteeksi. Vedyn käyttöä rajoittaa sen vaikea säilytettävyyys. Normaalissa ilmanpaineessa vety vie suuren tilan. Paineistettuna se vaatii lujarakenteisen säiliön ja nestemäisenä suuren kryogeenisen kylmyyden. Vety muuttuu käyttökelpoisemmaksi, jos sen säilytykseen löydetään turvallinen ja edullinen ratkaisu.

Kehityksen yleiskuvaus: Vedyn säilytystä kehitetään nyt pääosin vetyautojen tarpeisiin. Paineistetut vetysäiliöt vuotavat ja vedyn tankkaaminen on liitosteknisesti vaativaa. Varastointiin kehitetään huokoisia tai kemiallisia materiaaleja, joihin vety sitoutuu, ja joista se vapautuu helposti käyttöön. Nämä materiaalit voivat olla nanorakenteita ja tiehyitä tai kemikaaleja.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimusmotiivi on sekä akateeminen että teollisuuden pitkäjänteinen uusien markkinoiden avaamiseen liittyvä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 76																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	5	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*60

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kori oli 2.92 Vedyn edullinen säilytys nanorakenteiden avulla ja se sijoittui neljanteen ryhmään. Vedyn varastointi tolueneeniin, ammoniakkiin ja bentseeniin on edennyt lupaavasti. Bentseeniin varastointi on tapahtunut käyttäen auringonvaloa hyväksi. Nanoihiiliin on saatu imeytettyä 12% osuus painosta vetyä huoneenlämmössä ja metallirakenteeseen 200 baarin paineessa normaalisti 700 baarin painetta vastaava määrä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (076)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Vedyn varastointi tolueneeniin	https://www.chiyodacorp.com/en/media/2013/post-77.html
Vedyn tiheä varastointi 200bar säiliössä	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-12/fsu-fpd120116.php
Vedyn varastointi ammoniakkiin ja käyttö autossa	http://phys.org/news/2014-06-hydrogen-breakthrough-game-changer-future-car.html
Vedyn varastointi bentseeniin auringonvalolla	http://phys.org/news/2015-06-simple-hydrogen-storage-solution-powered.html
Nanoihiilistä vetyvarasto 12% painosta huoneenlämmössä	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/green-tech/fuel-cells/graphenenanotube-combo-exceeds-benchmarks-for-hydrogen-storage-in-fuel-cells

2.8.77 Off Grid – ja Micro-Grid -ratkaisut (077) *

Teknologiakorin kohdealue: Yhteiskunnat ovat rakentaneet infrastruktuurin liikkumista, vesihuoltoa sekä tietoliikenne- ja energiatarpeita varten. Monet uudet teknologiat vähentävät nyt fyysisen infrastruktuurin tarvetta. Kehittyneet asumismukavuudet ovat mahdollisia sähkö- ja vesijohtoverkoston tai tieverkoston tavoittamattomissa. Tällaisia kokonaisuuksia tarkoitetaan "off-grid" -käsitteellä. "Micro-grid" viittaa kyläkohtaisiin pieniin rakenteisiin sähköntuotannossa. Tämä kori käsittelee aihealueen valmiita kokonaisuuksia ja riippumattomuutta keskitetystä sähköntuotannosta.

Kehityksen yleiskuvaus: Sähköverkosta irtautuminen on muuttumassa yhä helpommaksi paikallisen tuotannon ja varastoinnin kehittyessä. Pääosa maailman ihmisistä elää alueilla, joilla päivänvaloa on saatavilla kohtuullisesti vuodenajasta riippumatta ja akut riittävät taasaamaan tuotannon ja kulutuksen vuorokausivaihtelua. Pohjoisilla leveysasteilla poltto-kennot ja niiden polttoainevarastot sekä lämpövarastot voivat tarjota riittävän ratkaisun.

Australiassa on arvioitu, että jopa 50% kotitalouksista voisi vuoteen 2020 mennessä taloudellisin perustein irtautua yleisestä sähköverkosta. Täysin itsenäisten ratkaisujen ohella on kehitetty kyläkohtaisia ratkaisuja.

Itsenäisen ruokatuotannon ja tavaravalmistuksen ratkaisuja on myös kehitetty. Näiden lisäksi jätehuollon, puhtaan veden ja tiettömien alueiden liikkumisen ratkaisut kehittyvät jatkuvasti, kuten myös langaton tietoliikenne.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi "off grid"-asumiseen tarvittaviin komponentteihin on teollinen ja syntyy osin muista tarpeista. Kokonaisuuden tutkimusmotiivi

on yhteiskunnallinen ja akateeminen sekä harrastuneisuuteen perustuva. Kehitysmaiden tarpeet ohjaavat kehitystä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 77																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	0	0	3	5	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	3	*96

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi. Ecocapsule on prototyyppi helposti siirrettävästä asunnosta, joka tuottaa tarvitsemansa energian, kerää ja puhdistaa sadeveden kotitalouskäyttöön ja käsittelee viemärijätteet. Kiinassa on rakennettu puukaupunki off-grid ajatuksiin perustuen. Australiassa paikalliset micro-grid -ratkaisut yleistyvät. Merille tarkoitettuja asumuksia on kehitetty. Erilliset aiheeseen liittyvät osatekijät etenevät nopeasti ja niitä on kuvattu raportissa asianomaisten teknologioiden yhteydessä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (077)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Off Grid -asuminen -Ecocapsule	http://www.huffingtonpost.com/2015/05/26/tiny-house_n_7443744.html
Kiinalainen Off-Grid-puu-kaupunki	https://futurism.com/china-has-officially-started-construction-on-the-worlds-first-forest-city/
Off-Grid-päätös oikeudessa (kaukolämpö)	http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/onko-kaupungin-kaukolampoa-pakko-kayttaa-kho-ratkaisi-riidan-porvoalaispariskunnan-hyvaksi-6648788
Paikallinen sähköverkko ratkaisuna Australiassa	http://cleantechnica.com/2015/10/14/the-future-of-energy-in-australia-may-be-renewable-micro-grids/
Puolet australialaisista kotitalouksista PV+akku	http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/australiaandthepacific/australia/11945075/Half-of-Australian-homes-to-adopt-solar-power-and-move-off-grid-from-2018.html
Merelle suunniteltu "Off Grid" -asumus	https://electrek.co/2017/11/10/solar-and-battery-technology-power-a-novel-hurricane-resistant-floating-electric-house-boat/

2.8.78 CO2-talteenotto ja käyttö raaka-aineena (078) *

Teknologiakorin kohdealue: Ilmastonmuutos on valitettavan tuttu aihe jokaiselle. Fossiilisten polttoaineiden käyttö on hiilidioksidipäästöjen yleisesti hyväksytty aiheuttaja. Energiatehokkuuden parantaminen ja vaihtoehtoiset hiilineutraalit energiantuotantotavat ratkaisevat osan ongelmasta. Niiden lisäksi kehitetään prosesseja, joissa hiilidioksidi vapautumisensa sijaan sitoutuu johonkin varastoitavaan tai jatkojalostettavaan muotoon. Tähän koriin kuuluvat nykyisten hiilidioksidia vapauttavien prosessien kehittäminen hiilidioksidineutraaleiksi ja sellaiset uudet prosessit, jotka käyttävät ilmakehän hiilidioksidia tai sivuvirtana tuotettua hiilidioksidia raaka-aineenaan.

Kehityksen yleiskuvaus: Ilmaston lämpeneminen on saanut aikaan globaaleja toimenpiteitä päästörajoituksista hiilidioksidiveroon ja päästökauppaan. Uusia menetelmiä keksi-

tään jatkuvasti, joiden avulla hiilidioksidia poistetaan prosessien palamiskaasuista ja ilma-kehästä sekä merivedestä. Lupaavimpia ovat sellaiset, joissa hiilidioksidista tuotetaan hyödyllisiä materiaaleja tai, joissa prosessi ei ole energiantensiivinen.

Biologisiin hiilidioksidin poistomenetelmiin kuuluvat geenimanipuloidut bakteerit ja kasvit sekä synteettinen fotosynteesi. Hiilidioksidista tuotetaan myös polttonesteitä ja metaania. Tarkoituksena on ylimääräisen aurinko- ja tuulienergian käyttö synteettisten polttoainesten tuotannossa.

Mielenkiintoisimpiin radikaaleihin teknologioihin kuuluu ilman pumppaaminen sulan suolan ja jännitteisen katalyytin läpi. Prosessi kuluttaa vain vähän sähköä ja pelkistää hiilen käyttökelpoiseksi ja arvokkaaksi nanohiileksi. Tämän prosessin avulla nanohiilten tuotantokustannus saattaa laskea ainakin kertaluokalla vastaavanlaatuiseen materiaaliin verrattuna. Menetelmä näyttää teoriassa skaalautuvan puhdistamaan ilmakehän kokonaan ylimääräisestä hiilidioksidista tavalla, joka olisi taloudellisesti kannattava.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Hiilidioksidin talteenotto on yhteiskunnallisena tavoitteena merkittävä. Päästörajat ja hiilidioksidikauppa motivoivat kehitystä eri organisaatioissa. Teollisuus kehittää ratkaisuja vähentääkseen päästöjään ja akateeminen motiivi on merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 78																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	3	3	3	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*81

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi ja perustettu tutkimuksen kohdistuttua yhä monipuolisemmin hiilidioksidiin raaka-aineena pelkän erottamisen ja varastoinnin sijaan.

Etenemistä on tapahtunut mm. seuraavilla alueilla: Anaerobisten bakteerien ja nanosäikeiden avulla hiilidioksidista ja vedestä on saatu tuotettua korkeilla tehokkuusluvuilla useita eri hiilivetyjä. Hiilidioksidista ja vedestä sekä auringonvalosta on tuotettu metanolia, muurahaishappoa ja eteeniä lupaavilla prosesseilla.

Mikromoottorit ovat valmistaneet vedessä olevasta hiilidioksidista kalsiumkarbonaattia. Nanohiilten valmistus hiilidioksidista etenee lupaavasti. Voimaloiden hiilen talteenotto prosessit ovat muuttumassa aiempaa tehokkaammiksi. Hiilidioksidin on havaittu haittaavan ajattelua jo puutteellisesti tuuletetussa huoneilmassa olevina normaaleina pitoisuuksina.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (078)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Nanosäik/anaerobakteerit CO ₂ +H ₂ O+aurinko ->räätälöityjä hiilivetyjä	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.nanolett.5b01254?journalCode=nalefd
Nanohiiliä ilman CO ₂ :sta -menetelmä kehittyä	https://phys.org/news/2016-06-power-co2-emissions-carbon-nanotubes.html

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (078)	
CO2 muurahaishapoksi tehokkaasti ohuella nanopinnalla	http://www.sciencealert.com/new-material-converts-co2-into-clean-fuel-with-unprecedented-efficiency
Korkea CO2-pitoisuus haittaa ajattelua merkittävästi	https://thinkprogress.org/exclusive-elevated-co2-levels-directly-affect-human-cognition-new-harvard-study-shows-2748e7378941
Nanokuparikatalyytillä CO2->eteeni	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/buccm040716.php
CO2-varastointia Islannissa (Basaltti+CO2 ->kalkkikivi)	https://www.theguardian.com/environment/2016/jun/09/co2-turned-into-stone-in-iceland-in-climate-change-breakthrough
CO2-päästöt robottisähköautoilla 90% alas	http://www.popsci.com/green-argument-driverless-cars
Merilevä laskee lehmien metaanipäästöjä	http://www.abc.net.au/news/2016-10-19/environmental-concerns-cows-eating-seaweed/7946630?pfmredir=sm
IEA 2050 visio	http://www.iea.org/etp/explore/
CO2 kalsiumkarbonaatiksi meressä mikromoottoreilla	http://www.jacobssschool.ucsd.edu/news/news_releases/release.sfe?id=1817
Maakaasukoevoimalassa CO2-talteenotto	http://www.sciencemag.org/news/2017/05/goodbye-smokestacks-startup-invents-zero-emission-fossil-fuel-power
Metanolia vedystä ja ilmakehän hiilidioksidista	http://phys.org/news/2016-01-carbon-dioxide-captured-air-methanol.html
Metaanista vetyä hiilivapaasti, sivutuotteena grafiittia	https://arstechnica.co.uk/science/2017/11/converting-natural-gas-to-hydrogen-without-any-carbon-emissions/
Tehokas CO2-erotustekniikka vähäisellä lämpöerolla	http://www.nature.com/nature/journal/v519/n7543/full/nature14327.html
Carbon X-Prize, semifinalistit valittu	https://www.engadget.com/2016/10/17/carbon-xprize-semi-finals/
Yleiskatsaus 17 uuteen energiateknologiaan	http://www.businessinsider.com/17-emerging-energy-technologies-2014-4
Satelliittilaser ilmastomuutoksen hillinnässä	http://motherboard.vice.com/read/scientists-propose-using-lasers-to-fight-global-warming-from-space
CO2-talteenotto voimalaitoksiin CO2 Memzyme	http://climatenewsnetwork.net/new-patent-boosts-co2-capture-hopes/
Nopeakasvuinen GMO-puu	http://www.manchester.ac.uk/discover/news/article/?id=14313
Uruguay 95% hiilettömään energiaan	https://www.theguardian.com/environment/2015/dec/03/uruguay-makes-dramatic-shift-to-nearly-95-clean-energy
Hiilen kaappaus polttokennoon Exxon	https://www.technologyreview.com/s/601402/exxon-has-a-clever-way-to-capture-carbon-if-it-works
Laser-sytytys parantaa moottorin hyötysuhdetta 27%	http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/fossil-fuels/lasers-could-boost-engine-efficiency-by-27
Hiilen talteenotto pyrolyysillä biohiileen maaperään	http://www.news.cornell.edu/stories/2016/10/new-model-suggests-scrubbing-co2-atmosphere
Pakastekuivattu aine imee ja luovuttaa CO2:ta sienen tavoin	https://newatlas.com/freeze-dried-foam-co2-sponge/50932/
Teollisuuden CO2 kalkiksi/soodaksi merenpohjan bakteereilla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/uof-dbc_1102215.php

2.8.79 Pienydinvoimalat, fissio ja fuusio (079) *

Teknologiakorin kohdealue: Ydinenergia on yksi potentiaalisista ratkaisuista ilmastonmuutosta aiheuttavien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Ydinvoimalassa luodaan olosuhteet jatkuvalla ydinreaktioille atomirakenteen hajotessa tai yhdistyessä ja luovuttaessa osan massastaan energiaksi. Jatkuvan ydinreaktion vaatimien olosuhteiden luonti on monesta syystä vaikeaa. Reaktiot tuottavat lisäksi hallittavina riskeinä vaarallisia aineita ja suuria kuumuuksia. Mahdollisiksi tiedetyistä reaktioista vain pieni osa on onnistuttu valjastamaan energiatuotantoon.

Suuret voimalaprojektit ovat ongelmallisia sekä hallittavuutensa että luvituskäytäntöjensä vuoksi. Pienet sarjavalmisteiset voimalat voisivat ohittaa monet näistä ongelmista. Koska fissioon perustuvissa voimaloissa myös raaka-aineen hankinta ja jätteiden aktiivisuus aiheuttavat ongelman ja osa raaka-aineista soveltuu ydinaseiden valmistukseen, on toiveita ja kehityspanoksia suuntautunut fuusioenergiaan. Fuusioenergiassa raaka-aineena on vety. Haasteena on tunnetuissa prosesseissa tarvittavan paineen ja kuumuuden aikaansaanti. Toisenlaisen haasteet muodostaa alhaisen lämpötilan ilmiöiden teoreettistenkin toimintaperiaatteiden osittainen selittämättömyys.

Kehityksen yleiskuvaus: Fuusioenergiaa kehitetään monessa merkittävässä ja hyvin rahoitetussa projektissa. Uudet hankkeet tähtäävät pienikokoisiin voimaloihin ja niiden kehityssyklin arvioidaan olevan olennaisesti suurvoimaloiden kehitystä nopeampaa. Pienten fuusiovoimaloiden tieteellinen pohja on vahvistunut. Kiinnostus Torium-reaktoreihin ja muihin uusiin reaktorityyppeihin, kuten TWR-reaktoriin on kasvanut erityisesti Kiinassa.

LENR (kylmäfuusio) herättää jatkuvaa keskustelua ja useiden itsenäisten ryhmien tutkimustulokset ovat lupaavia, mutta eivät täytä tieteellisiä kriteereitä riippumattomuuden ja avoimuuden osalta lukuun ottamatta havaintoa siitä, että jokin todellinen uusi ilmiö on tutkimuksen ja väitteiden kohteena.

Femtolasereiden kehitys on johtanut kykyyn kohdistaa atomeihin lyhytaikaisia petawattiluokan pulsseja ydinreaktion aikaansaamiseksi. Lasereilla kyetäänkin nyt tuottamaan ydinreaktioita ilman suuria lämpötiloja tai paineita. Havaintojen valjastaminen energiatuotantoon on tutkimuksen kohteena.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimusmotiivi on laajasti sekä akateeminen että yhteiskunnallinen. Sekä fuusio- että fissioenergiaa tutkitaan ja kehitetään julkisen tutkimuksen ohella riskisijoittajien rahoittamissa hankkeissa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 79																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	0	3	3	10	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	*81

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.88 Sarjavalmistetut pienydinvoimalat, fissio ja fuusio ja se sijoittui neljänteen ryhmään. Kehitys on sen jälkeen edennyt nopeasti. Kanadassa on haettu lupaa sulasuolareaktorille, jonka väitetään voivan merkittävästi alittaa kevytvesireaktorin hinnan. Kiinalaiset rakentavat TWR-

reaktorin yhteistyössä Bill Gatesin kanssa. Suomessa STUK pohtii alustavasti sarjavalmistusten pienten ydinvoimaloiden mahdollisuutta.

MIT on raportoinut 15% lisäyksestä fuusioenergian koelaitoksensa plasmanpaineeseen ja on esitellyt pienikokoisen Tokamak-projektin kaavailuja magneettien tehokkuuden kasvun perusteella. Tri-Alpha -fuusioreaktorihanke (TAE) on saanut \$500 miljoonan lisärahoituksen ja koehankkeet ovat edenneet. Lockheedin fuusioreaktorihanke on raportoinut etene- misestä.

Nasan julkaisema raportti osoittaa matalatehoisen 2MeV-lasersäteen saavan useista metalleista ja raskaasta vedystä koostuvassa materiaalisessa aikaan ydinreaktion ja atomikoostumuksen muutoksia mittausten osoittaessa yli 10MeV vapaita neutroneja. Tämä löydös osoittaa matalan lämpötilan ydinreaktiot tutkimuksellisesti kiinnostavaksi alueeksi. Vedyn ja boorin fuusiota pidetään mahdollisena petawattiluokan lasersäteen avulla.

LENR-tutkimus ei edelleenkään ole tuottanut kiistattomia näyttöjä siitä, että energiatuotannossa käyttökelpoinen, hallittavissa oleva metodi olisi löydetty.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (079)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Bill Gatesin ja Kiinan joint venture TWR-reaktorin valmistukseen	http://terrapower.com/updates/terrapower-establishes-joint-venture-with-cnnc-for-twr-co-development/
Boori-vety -fuusio 30 petawatin femto-laserilla mahdollinen	http://www.laserfocusworld.com/articles/2017/12/laser-initiated-hydrogen-boron-fusion-now-leading-contender-for-energy-source.html
2MeV säde synnyttää ydinreaktion raskaassa vedyssä	https://arxiv.org/abs/1704.00694
MIT: 15% lisäys fuusioreaktorin plasmapaineeseen	http://www.sciencealert.com/new-fusion-world-record-lifts-the-bar-for-clean-energy-potential
Lockheed-fuusiohanke etenee	http://fusion4freedom.us/pdfs/McGuireAPS.pdf
\$500M rahoitus Tri-Alpha-fuusioreaktorille	http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4140888/The-commercial-fusion-reactor-ready-2027.html
Useat riskisijoittajien rahoittamat fuusiohankkeet edenneet	https://www.geekwire.com/2018/commercial-fusion-ventures-learn-lessons-engineering-expectations/
Useita rahoitettuja fuusioprojekteja	http://www.bbc.com/future/story/20160428-the-secretive-billionaire-backed-plans-to-harness-fusion
Pieni Tokamak, MIT kehitteillä	http://news.mit.edu/2015/small-modular-efficient-fusion-plant-0810
STUK pohtii sarjavalmistusten ydinvoimaloiden lupaehtoja	https://yle.fi/uutiset/3-9857325
Katsaus radikaaliin ydinvoimakehitykseen, 1MRD T&K	http://thirdway.org/report/advanced-nuclear-101
Sulasuolareaktorille IMSR haettu lupaa Kanadassa	https://www.forbes.com/sites/rodadams/2017/04/05/terrestrial-energy-describes-progress-towards-commercializing-advanced-small-modular-reactor
Tokamak-Energy, pieni Tokamak-hanke	http://physicsworld.com/cws/article/news/2015/feb/16/smaller-fusion-reactors-could-deliver-big-gains

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (079)	
Fuusioreaktori (High-Beta) UW Dynomak	http://www.washington.edu/news/2014/10/08/uw-fusion-reactor-concept-could-be-cheaper-than-coal/
LENR-patentti	http://fcnp.com/2015/08/27/the-peak-oil-crisis-cold-fusion-gets-a-u-s-patent/
Fuusiokoelaitos W-7-X käynnistyy, Stelator	http://www.ipp.mpg.de/3984226/12_15
LENR-kritiikki	https://medium.com/starts-with-a-bang/the-e-cat-cold-fusion-or-scientific-fraud-624f15676f96
Pieni hyötöreaktori PRISM	http://en.wikipedia.org/wiki/PRISM_%28reactor%29
Nature: hypoteesi maan ytimen ydinreaktiosta	https://www.nature.com/articles/srep37740
Teoria LENR-ilmiölle, Ruotsi	http://animpossibleinvention.com/2015/10/15/swedish-scientists-claim-lenr-explanation-break-through/

2.8.80 Kineettisen energian talteenotto (080) *

Teknologiakorin kohdealue: Kineettistä energiaa on ilmakehän ja veden virtausten sekä aaltojen lisäksi koneiden ja materian liikkeissä. Tuulienergia on jo nyt merkittävä primäärienergian lähde ja aaltovoimasta povataan sellaista. Ajoneuvojen jarruenergian talteenotto tai kävelevän robotin liike-energian talteenotto pidentävät akkukestoa ja parantavat energiatehokkuutta.

Kehityksen yleiskuvaus: Tuulivoimaa kehitetään jatkuvasti. Tuulen voimakkuus kasvaa noustessa ylemmäs maanpinnan tasosta. Mastojen korkeuden kasvattaminen, lapojen keventäminen ja hyötysuhteen parantaminen ovat jatkuvia kehitystavoitteita. Tuuliruuvi on esimerkki lapojen ja pyörimisen muuttamisesta maston suuntaiseksi ja myös lavattomia tuulivoimamastoja on kehitetty. Tuulienergiaa pyritään lisäksi keräämään maahan vaijerilla sidottujen leijojen tai purjekoneiden avulla. Näissä energia tuotetaan potkureiden tai leijanarun käyttämän generaattorin avulla.

Aaltovoima muutetaan ensin mekaaniseksi liikkeeksi ja sen jälkeen sähköksi. Tämä tapahtuu esimerkiksi pinnan mukaan nousevien ja laskevien kohoien tai aaltojen synnyttämien virtauksien avulla. Virtaava tai haihtuva varautunut suolavesi tuottaa myös välittömästi kerättävissä olevaa sähköenergiaa. Erikoisiin energian tuotantotapoihin kuuluvat taivutuksista sähköä tuottavat materiaalit. Tavanomaisempaa kehitystä edustavat dynamon tavoin toimivat jarrut, joilla pyritään korvaamaan kitkaan perustuvia jarruja.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Perinteistä tuulivoimaa kehitetään ensisijaisesti osana yritysten normaalia tuotekehitystä. Radikaalisti uudenlaisen tuulivoiman kehityksessä akateeminen motiivi ja riskisijoittajien rahoittamat startup-yritykset ovat molemmat aktiivisia. Kineettistä energiaa talteen ottavat materiaalit ja aaltoenergia etenevät enimmäkseen akateemisesti motivoidussa tutkimuksessa Jarruenergian talteenotto kehittyy teollisen kilpailun motivoimana.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 80																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	3	0	0	5	3	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*88

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.86 Lentävät tuulivoimalat ja muu uudentyypinen tuulivoima sekä 2.87 Piezosähköiset energialähteet, kineettisen energian talteenotto, joista molemmat sijoittuivat kolmanteen ryhmään.

Tuuliruuviut ovat jatkaneet kehitystään. Leijaenergian kehitys on jatkunut useita periaatteita hyväksikäyttäen. Googlen Makani on aloittanut 600kW leijan testaamisen ja kasvattaa henkilökuntaa nopeasti. Myös KPS ja AweLabs kehittävät leijaenergiaa aktiivisesti. Aaltovoimalaa on testattu usein eri tavoin. Konvektiovoimalan periaate on esitelty. Ricoh on tuonut markkinoille sähköä kineettisestä energiasta tuottavan kumimaisen materiaalin. Galfenol, galliumin ja raudan seos, kykenee muuttamaan 70% kineettisestä energiasta sähköksi. Brownin liike on muutettu grafeenipinnassa sähköksi. Löydöksen avulla vaikuttaa mahdolliselta tuottaa sähköä lämmöstä ilman varsinaista lämpötilaeroa. Tämä tulos on risiriidassa termodynamiikan toisen lain kanssa ja tulokseen kannattaa vielä suhtautua varauksella.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (080)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Grafeenilla Brownin liike sähköksi, ikuisia paristoja luvassa	https://newatlas.com/graphene-motion-limitless-energy/52319/
Nelikopterileijaenergiaa	http://www.skywindpower.com/
Leijaenergia, AweLabs - generaattori maassa	http://www.awelabs.com/awelabs-awecs-proposal/
Leijaenergia (KPS) saa £5M rahoituksen	http://www.pbo.co.uk/news/potential-game-changer-wind-energy-market-46500
Aaltovoimalan testi WaveRoller	http://yle.fi/uutiset/suomalaisen_aaltovoimalan_testituloksia_julki__erittain_rohkaisevaa/7073948
Aaltoenergiaa kohoilla	https://www.facebook.com/HuffPost/videos/10153808267231130/
Suolaveden liikkeestä sähköä grafeenipinnalla	http://arstechnica.com/science/2014/04/flowing-salt-water-over-graphene-generates-electricity/
Sähköä liikkeestä tuottava kumi (Ricoh)	http://ricoh.com/release/2015/0518_1.html
Mek.energia magneettiseksi galfenolin avulla	http://nextbigfuture.com/2015/09/galphenol-can-convert-70-percent-of.html
Konvektiovoimala aavikolla, konsepti	https://www.fastcompany.com/3030110/this-giant-tower-in-the-desert-could-generate-as-much-power-as-the-hoover-dam
Vortex-bladeless-tuulivoimaa	http://www.vortexbladeless.com/
KBNNO kerää energiaa sähköstä, lämmöstä ja liikkeestä	http://www oulu.fi/university/node/46702
Vertikaali tuulivoima	http://earthtechling.com/2011/07/vertical-turbines-packed-tight-boost-power/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (080)	
Tuulivoimaa laivassa, runko purjeena	http://www.tekniikkatalous.fi/Liikenne/rahtialus+liikkuu+tuulen+voimalla++automaattiohjaus+loytaa+energiapiheiman+purjehdusreitin/a1043105
Tuulisähkö Meksikossa 1.5 euro-senttiä /kWh	https://electrek.co/2017/11/16/cheapest-electricity-on-the-planet-mexican-solar-power/
Windside -tuuliruuvi 100m	http://yle.fi/uutiset/windside_virittelee_sadan_metrin_tuuliruuvia_valkeakoskelle/7989676

2.8.81 Suurteholaserit, sädeaseet ja magneettiaseet (081) *

Teknologiakorin kohdealue: Kun valo on aallonpituudeltaan ja vaiheeltaan sekä suunnaltaan yhdenmukaista, puhutaan laser -säteestä. Laser -säde säilyttää voimansa pitkänkin etäisyyden siroamatta toisin kuin tavallinen valo. Laser -säteen teho voi olla hetkellisesti suuri, jolloin puhutaan pulsseista. Voimakkaat ja lyhyet, hyvin kapeaan alueeseen osuvat pulssit aiheuttavat materiarakenteen rikkoutumista, koska energia ei ehdi tasaantumaan rakenteissa ja leviämään esimerkiksi lämpönä.

Laser -säteitä käytetään lukuisiin eri tarkoituksiin ja aiheutta on käsitelty raportissa toisaalla korissa 10. Tässä korissa rajaudutaan suurteholasereihin, joiden tarkoitus on esimerkiksi leikata metallia tai hitsata sitä. Sovelluksia on paljon niin valmistavassa teollisuudessa kuin aseteknologiassakin. Tähän kokonaisuuteen kuuluvat lasereiden ohella muut säde- ja magneettiaseet.

Kehityksen yleiskuvaus: Laser -säteiden tehoa pyritään jatkuvasti kasvattamaan. Säteiden käyttöominaisuudet riippuvat aallonpituudesta, jonka vuoksi sekä säteen tahdistaminen että tehon kasvattaminen joudutaan ratkaisemaan aaltoaluekohtaisesti. Teholähteen riittävyys on yksi haasteista, jos tavoitellaan hyvin tehokkaita säteitä. Helpoin ratkaisu on laserin pulssien lyhentäminen. Yksinkertaisimmillaan tämä tehdään varaamalla sähköä kondensaattoriin. Kondensaattorin varaus voidaan purkaa nopeasti laseriin ja saada näin aikaan varsinaista virtalähdettä paljon suurempi hetkellinen teho.

Toisenlainen ongelma on, mikäli laserista halutaan tehokkaampi pulssi kuin mihin se suoraan kykenee. Tähän on löydetty erikoinen ja kiinnostava keino. Pulssia lyhennetään optisesti kuljettamalla pulssin alkupää kohteeseensa pidempää reittiä kuin loppu. Alku ja loppu voivat myös kulkea reittejä, joissa valon nopeus ei ole sama. Pulssin peräpään ehtiessä etupään tasolle signaalit yhdistetään ja syntyvä pulssi on kaksi kertaa tehokkaampi. Etäisyyseron on oltava aallonpituuksien monikerta, jotta tämä onnistuu. Operaatio voidaan tehdä useita kertoja peräkkäin ja joka vaiheessa kahdentaa pulssin teho.

Aseteknologiassa kehitetään laseraseiden lisäksi myös muita säteitä. Erikoisin näistä on elektromagneettinen pulssi, joka tuhoaa suojaamattomat elektroniikkalaitteet. EMP-pulssin asekäyttöä rajoittaa suuntaamattomuus. Esimerkiksi ydinräjähdys saa aikaan EMP-pulssin, joka leviää kaikkiin suuntiin räjähdysympäristöön.

Raidetykki kuuluu aseteknologian uutuuksiin. Tehokkaan sähkömagneetin ja sähköenergian avulla voidaan rautakuulat singota erittäin nopeaan liikkeeseen tavalla, joka ei kuluta aseita eikä juurikaan tuhlaa energiaa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi on osittain akateeminen tai kaupallisten teollisten työkalujen kehitys. Aseteollisuudella on normaaliin tuotekehitykseen ja valtiolliseen asiakaskysyntään perustuva motiivi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 81																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	1	5	0	5	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	*125

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.94 Suurteholaserit, langaton tehosiirto ja laseraseet, ja se sijoittui neljänteen ryhmään. Kehitys on jatkunut sen jälkeen useilla alueilla.

USA on ottanut käyttöön kokeilemansa laseraseen ja kokeilee käytön laajentamista laivastosta maa- ja ilmavoimiin. Suurteholaserilla on tuhottu kohti ajava panssarioimaton henkilöauto. Laser- ja neutraloiva anti-laser on saatu kehitettyä samaan laitteeseen. Drone-hyökkäysten torjuntaan on kehitetty useita sädeaseita.

Venäläiset ovat kertoneet kehittävänsä suunnattavaa EMP-asetta. Boforsin HMP-ase kykenee sammuttamaan sähkölaitteita suunnatusti. Myös kipua aiheuttavia sädeaseita on kehitetty laajasti. Uuden magneettisen raidetykin kantama on lähes 200 kilometriä.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (081)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Laser-ase pysäyttää auton	http://www.engadget.com/2015/03/04/lockheed-martin-laser-athena-test/
Magneettisen raidetykin kantama lähes 200km	http://newatlas.com/us-navy-electromagnetic-railgun-field-demonstrations/50631/
Laserase käyttöön (USA)	http://www.uusisuomi.fi/teknologia/75325-usan-armeija-ottii-juuri-kayttoon-1-laseraseen-047-eu-laukaus
Tuholaistorjuntaa laseraseilla EU-rahoituksella	http://birdcontrolgroup.com/life-laser-fence-rodenticide-use/
Laser ja antilaser samassa laitteessa	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-11/dbnl-wgh110316.php
Bofors HMP-sädease ja muita sädeaseita	http://www.miltechmag.com/2014/03/todays-directed-energy-weapons-meeting.html
Laserissa 5petawatin teho femtosekuntien ajan	https://www.osapublishing.org/ol/abstract.cfm?uri=ol-42-10-2014
Venäläinen suunnattava EMP-kanuuna luvassa	http://yle.fi/uutiset/venaja_esittelee_mikroaaltokanuaan_tuhoaa_lentokoneiden_ja_lennokkien_elektronii-kan/8075687
Lockheed kehittää laseraseen hävittäjäkoneisiin	http://news.lockheedmartin.com/2017-11-06-Lockheed-Martin-Receives-Contract-to-Develop-Compact-Airborne-High-Energy-Laser-Capabilities

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (081)	
US Navy-kehityshankkeet	http://news.yahoo.com/blogs/power-players-abc-news/technologies-once-available-only-in-movies-are-now-a-reality-for-the-us-navy-225652354.html
Anti-UAV, englantilainen sädease	http://www.theguardian.com/technology/2015/oct/07/drone-death-ray-device-liteye-auds?CMP=tw_t_a-technology_b-gdntech

2.8.82 Johdoton sähkönsiirto (082) *

Teknologiakorin kohdealue: Nikola Tesla tavoitteli menetelmää, jolla merkittävä sähköteho saataisiin siirtymään pitkiä matkoja ilman sähköverkkoja. Radioaaltohan sisältävät energiaa, joten ainakin pienimuotoisesti siirto on ongelmaton. Elektroniikkaharrastajat ovat nuorena saattaneet rakentaa diodista ja kidekuulokkeesta radion, jolle riittää toimiakseen se energia, joka antennista kuulokkeeseen saapuu.

Energiaa lähetetään ja vastaanotetaan langattomasti sähkömagneettisena säteilynä. Tästä on kysymys radioaaltojen lisäksi vaikkapa lasersäteessä, jonka energia vastaanotetaan aurinkopaneelilla ja muutetaan takaisin sähköksi. Me siis siirrämme energiaa langattomasti. Mikäli opimme siirtämään suurempia energiamääriä edullisilla laitteilla, vähäisellä häviöllä, vaarattomasti ja kohtuullisilla etäisyyksillä, vähenee töpseleiden, sähköjohtojen ja pistorasioiden sekä myös akkujen tarve.

Kehityksen yleiskuvaus: Yksinkertaisin tapa langattomaan sähkönsiirtoon on sijoittaa kaksi kelaa toistensa lähelle ja syöttää toiseen niistä vaihtovirtaa. Sähkövirta aiheuttaa magneettikentän ja sähkövirran muutos magneettikentän muutoksen, joka taas aiheuttaa jännitteen kumpaankin lähekkäiseen käämiin ja jännitteen mukaisen virran myös toiseen käämiin. Tämä suoraviivainen muuntajissa käytetty menetelmä toimii, kun käämit ovat hyvin lähellä toisiaan.

Siirrettäessä energiaa etäämmälle, on se lähetettävä sähkömagneettisena värähtelynä, jota vain vastaanottaja kuormittaa tai suunnattuna säteilynä, joka suurelta osin saavuttaa vastaanottajan. Sähkömagneettinen spektri on hyvin laaja, ja eri aaltoalueilla voidaan käyttää hyvin erilaisia keinoja. Osa näistä toimii metrien etäisyydellä ja joitakin halutaan kokeilla avaruudesta maahan.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Pääosa kehityksestä on akateemisesti motivoitua tai yritysten pitkän tähtäimen pyrkimystä uusiin tuotteisiin. Joukkorahoitettuja ja riskisijoittajien rahoittamia startup-yrityksiä on pyrkinyt langattoman lataukseen kuluttajaelektronikassa. Autoteollisuudessa langaton lataus on kilpailullisen kehittämisen kohteena erityisesti kaupunkien bussiliikenteessä päästöttömyyden vauhdittaman asiakaskysynnän vuoksi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 82																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	3	5	3	0	3	0	5	0	0	3	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	*93

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähinnä vastaava kohta edellisessä raportissa on 2.93 Johdoton voimansiirto (magnetismi), sähköautoihin ym. sähkölaitteisiin ja se sijoittui kolmanteen ryhmään. Tämän jälkeen kehitys on ollut nopeaa. Duken yliopisto on kehittänyt magneettikentälle fokusoivaa linssiä. Disney on demonstroinut langatonta latausta huone-tilassa siten, että jopa 1,9kW teho on siirtynyt useisiin eri laitteisiin 40-95% hyötysuhteella etäisyydestä riippuen

Washingtonin yliopisto on kehittänyt passiivista WiFi-teknologiaa ja energian keräämistä ympäristön radio-aalloista. WiTricity on tuonut markkinoille autojen langattoman latauksen. Wi-Charge siirtää tehoa suunnatulla infrapunasäteilyllä. Ossia on demonstroinut Cota-teknologian, joka lataa 30 eri laitetta 10 metrin etäisyydellä. Vastaanottavana ladattavana laitteena on demonstroitu esimerkiksi modifioitu AA-kokoinen akku. Useat toimijat ovat tuoneet markkinoille lähietäisyydellä induktion avulla toimivia latureita.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (082)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Disney: Langaton lataus 1.9kW huoneessa 40-95% hyötysuhteella	http://www.iflscience.com/technology/disney-researchers-make-wireless-power-transfer-breakthrough/
Langaton lataus infrapunalaserilla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/portable-devices/wicharge-promises-phone-charging-by-infrared-laser
Wi-Charge 10m langaton IR-lataus sai FDA-hyväksynnän	https://www.businesswire.com/news/home/20180110006324/en/Wi-Charge-Wins-CES-2018-Innovation-Award
Langaton auton yms lataus	http://witricity.com/
Akuton kännykkä, energia ympäristöstä	http://www.smart2zero.com/news/battery-free-cell-phone-prototype-unveiled
Johdoton sähkönsiirto magneettilinssin avulla	http://www.scienceworldreport.com/articles/12112/20140110/wireless-power-transfer-range-vastly-extended-with-superlens.htm
Langaton lataaminen kehittyä, Wi-Tricity ja Ossia eri linjoilla	https://www.computerworld.com/article/3235176/mobile-wireless/wireless-charging-explained-what-is-it-and-how-does-it-work.html?page=2

2.8.83 Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet (083) ***

Teknologiakorin kohdealue: Tavallisin kulkuneuvojen voimanlähde on polttomoottori. Autoissa se on mäntämoottori ja lentokoneissa turbiini. Pyrittäessä kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa, on tarjolla ainakin kaksi reittiä. Yhtäältä voidaan tuottaa hiilettömästi sähköä, paineilmaa tai muuta sekundäärienergiaa ja käyttää sitä ajoneuvoissa. Toisaalta voidaan tuottaa synteettisiä polttoaineita ja käyttää niitä polttomoottoreissa ja polttokennoissa.

Polttomootoreiden hyötysuhde on melko alhainen. Tässä korissa tarkastellaan polttomootoreiden haastajia kulkuneuvojen voimanlähteinä.

Kehityksen yleiskuvaus: Sähköautot yleistyvät nopeasti. Kyse on joko hybrideistä, ladattavista hybrideistä tai täyssähköautoista. Sähkömoottorit ovat edullisia, pitkäkestoisia ja tehokkaita. Sähköauton yleistymisessä pullonkaulana on ollut akkuteknologian kehitys. Akut on käsitelty toisaalla tässä raportissa, mutta niiden hinta laskee ja käyttöominaisuudet paranevat jatkuvasti. On ainoastaan ajan kysymys, milloin sähköautot ovat käytännössä kaikin tavoin polttomootoriautoja parempia.

Ensimmäisiä kaupallisia sähkökäyttöisiä kuorma- ja rekka-autoja on esitelty. Sähköinen vesiliikenne laajenee myös pienistä laitteista yhä suurempiin. Sähkötoimiset ilma-alukset tulevat nekin harkinnan arvoisiksi akkujen energiatihedyyden jatkuvasti kasvaessa. Sähkölentokoneet aloittavat lyhyistä etäisyyksistä ja erikoiskoneista, mutta merkittäviä suunnitelmia on jo matkustajalentokoneidenkin sähköistämisestä.

Sähkökäyttöisten liikennevälineiden ohella kehitetään paineilmailla ja polttokennoilla sekä mikroturbiineilla hyväkseen käytäviä kulkuneuvoja. Akkujen lisäksi hitaammissa tai energiatehokkaissa laajapintaissa laitteissa, kuten lentokoneissa, laivoissa ja junissa, kokeiluaan aurinkopaneelin käyttöä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tutkimus on suurelta osin siirtynyt kulkuvälineitä valmistavan teollisuuden normaaliksi tuotekehitykseksi. Motiivi on selkeän kilpailullinen erityisesti sähköautoihin siirryttäessä ja tulevaisuuden tuotevalikoimaan suuntaava sähkölentokoneissa. Pienissä sähkölentokoneissa startup-yrityksillä on havaittava vaikutus.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 83																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	10	10	0	0	5	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	***204

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi ja perustettu kulkuvälineiden uusien voimanlähteiden nopean kehityksen vuoksi. Seuraavat esimerkit osoittavat nopeaa kehitystä. Tesla on julkaissut sähkökäyttöisen rekan. Nikola on julkaissut hybridirekan ja Renault sähkökuorma-auton. Uuden Teslan suurin ajoetäisyys kertalatauksella on jo 800 km. Ruotsissa kokeillaan trolleysähkörekkvoja valtion ilmoittaessa panostavansa yli miljardi euroa liikenteen sähköistykseen.

Volvo ilmoittaa kaikkien uusien automalliensa olevan joko täyssähköisiä tai hybridejä vuodesta 2019 alkaen. Useat maat aikovat kieltää uudet polttomootoriautot. AIRPod-paineilma-auton ajoetäisyys on 200 km. Citroen Cactus Airflow on kaasu- ja paineilmahybridi. Airbus ja Nasa suunnittelevat sähkölentokonetta. Myös Boeing sijoittaa sähkölentokoneeseen.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (083)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Volvo: uudet automallit täys-sähkö- tai hybridi v2019 alkaen	https://www.theverge.com/2017/7/5/15921208/volvo-all-electric-by-2019
Teslan sähkörekka voi olla rautateitä tehokkaampi	https://www.youtube.com/watch?v=h_SjAcQeU1A&feature=youtu.be&t=12m49s
Sähkökone Solar Stratos aikoo 24km korkeuteen	https://www.facebook.com/futurism/videos/675719135940622/
Useat maat aikovat kieltää polttomootoriautot	https://www.theguardian.com/business/2017/jul/06/france-ban-petrol-diesel-cars-2040-emmanuel-macron-volvo
Airbus, RR ja Siemens yhteistyöhön sähkölentokoneissa	http://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/11/airbus--rolls-royce--and-siemens-team-up-for-electric-future-par.html
Boeing sijoitti sähkölentokoneyhtiöön	http://www.businessinsider.com/boeing-jetblue-invest-zunum-electric-jet-startup-2017-4?r=US&IR=T
Sähköinen matkustajalento Lontoo-Pariisi 10 vuodessa	http://www.bbc.com/news/technology-39350058
Tehokkaampi sähkömoottori kaupunkiajoon	http://hyperloop.tamu.edu/news-release-january-30-2016/
Saksa aikoo pakottaa sähköautoihin 2030	http://electrek.co/2016/06/14/all-new-cars-mandated-electric-germany-2030/
Walmart tilaa 15 Teslan automista sähkörekkaa	https://www.ft.com/content/5880bdf6-e746-34d6-a9d7-2956c2c19ea6
Citroen Cactus Airflow, kaasupaineilmahybridi	http://www.engadget.com/2014/10/03/citroen-airflow-2l-concept-hands-on/
Huipputehokas sähkömoottori lentokoneisiin	http://www.siemens.com/press/en/feature/2015/corporate/2015-03-electromotor.php
Paineilma-auto AIRPod, 200km ajoetäisyys	http://zeropollutionmotors.us/
Sähköhybridilaivasuunnitelma Norjassa	http://cleantechnica.com/2015/10/26/norway-plans-to-construct-a-fleet-of-plug-in-hybrid-ships/
Akkukäyttöinen traktori yms työkoneita postauksessa	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1211803945603876/
Nikola julkaisee tehokkaan hybridirekan	https://robertscribblers.com/2016/06/15/al-gores-revenge-internal-combustion-engines-stink-and-this-ridiculously-powerful-electric-turbine-truck-proves-it/
Ampaire, tehokas kiinteäsiipinen sähkölentokone	https://www.ampaire.com/
WV: sähköautot 2020 alussa edullisempia kuin polttomootoriautot	http://www.iltasanomat.fi/taloussanomat/art-2000001940713.html
Renaultilta sähkökuorma-auto	http://cleantechnica.com/2015/12/07/renault-brings-2-clean-energy-trucks-cop21/
Kiinalainen sähköauto Nio's perustuu vaihtoakkuihin	https://www.theverge.com/2017/12/18/16790920/nio-es8-electric-suv-price-specs-china
Japanissa latauspisteitä enemmän kuin bensiinin jakeluasemia	https://transportevolved.com/2015/02/17/official-japan-now-electric-car-charging-spots-gas-stations/
Ruotsi panostaa 105 MRD euroa liikenteen sähköistykseen	https://www.aftonbladet.se/senastenytt/ttnyheter/inrikes/article25878152.ab

2.9 Digitaaliset joukkoistusalustat

Työn uberisaatiosta puhutaan maailmanlaajuisesti yhä vakavampaan sävyyn. Ohjelmistojen ja globaalin tietoverkon avulla rajapinta työtilaisuuksiin, työn laadun valvontaan, luottamukseen, toimeksiantoihin ja maksuliikenteeseen voidaan automatisoida. Tämä laskee hallinnon kustannuksia ja mahdollistaa dynaamiset, joustavat organisaatiot. Tyypillistä on, että työn tekijä omistaa käyttämänsä tai tarjoamansa resurssit eikä kyse ole kiinteästä työsuhteesta.

Alustayritykset avaavat kanavan jakamistaloudelle, jossa oma asunto, auto tai tarpeeton tavara päätyy hetkeksi tai pysyvämmiin muiden käyttöön. Joukkoistuksessa voidaan puhua myös rahoituksesta, käytön yhteydessä tehdystä tiedonkeruusta tai muusta ajankäytöstä, jossa ihminen antaa yhteisen alustan avulla omia varojaan tai asiantuntemustaan muiden käyttöön. Alustan voi omistaa yritys tai kolmas sektori.

Joukkoistusalustojen vaikutus työn uudelleenorganisoinnissa on kasvamassa mittavaksi. Alustat madaltavat organisaatioita ja muuttavat osan aiemmin maksullisesta työstä vapaaehtoisuuteen perustuvaksi. Wikipedia on hyvä esimerkki tästä ilmiöstä, joka saattaa korvata joillakin toimialoilla yritystoiminnan kokonaan tai kutistaa sen varjoksi entisestään ja tarjota silti käyttäjilleen ylivertaisen laadun ja saatavuuden aiempien yritysten tuottamiin palveluihin verrattuna. Alustayritys saattaa työllistää huomattavan joukon ihmisiä. Seitsemän vuoden ikäinen Uber esimerkiksi työllistää 64 eri maassa yli miljoona kuljettajaa ja tarjoaa näiden palveluita edelleen. Alustayrityksen valta alustan toimintatapaan on käytännössä täydellinen ja, koska alustat toimivat pilvipalveluina, muutokset vaikuttavat välittömästi palveluihin.

Digitaaliset joukkoistusalustat	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
84	Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen
85	Kryptoraha ja muu pankit ohittava valuutta
86	Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus
87	Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö
88	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ
89	Salattu ja anonymi tietoliikenne
90	Lähi- ja talkootyön alustat
91	Kaupallisen alustuksen välittäminen

2.9.84 Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen (084) ***

Teknologiakorin kohdealue: Vanha sanonta kertoo: sitä saa, mitä mittaa! Osa koirista jää aidan taakse haukkumaan makupalaa, vaikka aidan voisi kiertää, koska ne eivät kykene etääntymään edessään olevasta makupalasta.

Pelillistämisessä puhutaan suoritteiden mittaamisesta sellaisella tavalla, joka ohjaa suhteuttamaan välittömät suoritukset pitkän tähtäimen tavoitteisiin. Esimerkiksi hetkellisen kulutuksen mittarin ja keskkulutusmittarin lisääminen autoon on opettanut monille säästeliään kaasujalan.

Pelillistämiseen kuuluukin ajatus välittömästä palautteesta ja kertymästä. Tähän koriin kuuluvat sellaiset tekniikat ja innovatiiviset esimerkit, jotka edesauttavat pelillistämistä ja osoittavat sen voiman yksilöiden sekä organisaatioiden työsuoritteiden ja arjen päätösten parantamisessa.

Kehityksen yleiskuvaus: Organisaatiot ovat tottuneet mittaamaan yksiköidensä ja työntekijöidensä suoritusta. Niin tehdään myös kouluissa. Arjessakin saatamme mitata urheilusuoritusta tai painoamme. Vain harvoin nämä keinot johtavat yhtä hyvää oppimiseen kuin tietokonepelien parissa on tapana. Peleissä oppiminen on usein hyvin nopeaa. Tämä on kiinnittänyt tutkijoiden ja organisaatiokehittäjien huomiota.

Pelillistämisestä on ryhdytty puhumaan erityisenä toimintamallina. Siihen kuuluva välitön palaute ei sellaisenaan osoita hyvää tai pahaa eikä palautteen aiheuttamaa toimintaa siis sellaisenaan käsitetä oikeaksi tai vääräksi. Kyse voi esimerkiksi olla järkevästä uhrauksesta suuremman tavoitteen saavuttamiseksi. Silloin se aiheuttaa ensin pienen negatiivisen palautteen ja vasta sen jälkeiset suoritukset positiivisen palautteen ja kertymän kasvun. Ihminen on luontaisesti hyvä hahmottamaan tällaista palautetta ja se motivoikin tehokkaasti toiminnan kehittämiseen arjen käyttäytymisen tasolla.

Pelillistämistä kehitetään organisaatioiden johtamisen ja itseorganisoituvuuden avuksi. Alustayrityksissä pelillistetty ohjausmalli on esimerkiksi kokonaan korvannut monet esimiehet. Pelillistäminen johdattaa tehokkaasti myös terveellisiin elintapoihin ja muuhun henkilökohtaiseen elämänhallintaan.

Oppimistapahtumana pelillistäminen sisältää mittareiden lisäksi simuloituja tilanteita ja ongelmanratkaisua. Kaikissa mainituissa ympäristöissä siihen voi kuulua mahdollisuus oman suorituksen ja muiden toiminnan vertaamiseen.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Pelillistämistä tutkitaan akateemisesti, joskaan tutkimus ei ole erityisen laajaa. Organisaatiokehittäjät lisäävät jatkuvasti pelillisiä elementtejä tietojärjestelmiinsä. Erityisen pitkällä tässä ollaan alustayrityksissä, joissa kyse on tärkeästä kilpailutekijästä. Institutionaalisessa opetuksessa simulointi ja pelillistäminen etenevät hitaasti.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 84																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	1	0	3	3	1	1	3	0	0	5	5	1	3	10	3	0	10	5	5	***248

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kori oli 2.20 Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen ja se sijoittui ensimmäiseen ryhmään. Aihe oli tuolloin uusi, mutta sitä oli kokeiltu jo elämänhallinnan ja opetuksen aloilla. Pelillistäminen on selkeästi edennyt alustayritysten, kuten Uberin luottamusta lisäävissä rakenteissa. Buurzorg

on nopeasti kasvanut digitaalisesti ja pelillisin keinoin johdettu matalan hierarkian organisaatio hoiva-alalla. Zappos on 1500 hengen johtajaton, pelillisin opein organisoitu yritys.

Mainonnassa AdTech -liiketoiminta pohjautuu pelillisiin elementteihin ja niiden avulla tapahtuvaan mainonnan kohdistamiseen. Tekoäly ja uudet henkilökohtaiset mittalaitteet parantavat pelillistämisen edellytyksiä. Tekoäly esimerkiksi kykenee kerroskuvista ennustamaan ihmisen odotetun eliniän 10 vuoden haarukassa 69% tarkkuudella.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (084)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
AI ennustaa eliniän 69% kerroskuvista	https://www.engadget.com/2017/06/05/ai-can-predict-if-youll-die-soon-by-examining-your-organs/
AdTech -business - mainosmedian transformaatio, useita linkkejä	http://www.macrumors.com/2016/01/13/apple-automated-iad-platform/
Buurzorg digiorganisaatio	http://www.buurzorgnederland.com/
Kooste terveydenhuollon digitalisaatiosta	https://www.cbinsights.com/blog/digital-health-medicine-market-map-company-list/
Kiina kehittää kansalaisten luotettavuusjärjestelmää	http://www.wired.co.uk/article/chinese-government-social-credit-score-privacy-invasion
Pelillistämisen ideologia kypsyy	https://en.wikipedia.org/wiki/Gamification
Johtajattomat organisaatiot, kuten Zappos, yleistyvät	http://www.washingtonpost.com/blogs/on-leadership/wp/2014/01/03/zappos-gets-rid-of-all-managers/

2.9.85 Kryptoraha ja muu pankit ohittava valuutta (085) **

Teknologiakorin kohdealue: Rahalla on pitkä historia ja sen ilmiöihin liittyy monia tulintoja. Raha käsitetään perustellusti joko viivästetyn vaihdannan hajautettuna kirjanpitoa tai täysin vastikkeettomana arvopaperina. Rahan arvo riippuu siitä, minkä arvoisena kanssaihmiset sitä haluavat pitää.

Vaihdanta ei ole koskaan ollut pelkkää yksinkertaista vaihtokauppaa. Nyky-yhteiskunnassa vaihtaminen tapahtuu monenkeskisenä ja viivästettynä tapahtumasarjana. Tällaisten transaktioiden sopiminen osapuolten kesken on mahdotonta. Siksi ihmiset käyttävät tiettyjä hyödykkeitä, kuten arvometalleja tai sellaisiin oikeuttavia arvopapereja sekä täysin mihinkään arvoon kiinnittämättömiä rajallisesti liikkeellä olevia dokumentteja vaihdon välineinä.

Kun kauppahinnan maksuksi kelpaavia ja helposti sellaisiksi tunnistettavia vaihdon välineitä on sopivasti liikkeellä, kohtaavat kysyntä ja tarjonta. Ihmiset tottuvat pitämään rahaa arvokkaana luottaessaan sen aina kelpaavan maksuksi. Tähän koriin kuuluvat valtioiden liikkeelle laskemasta rahasta riippumattomat uudet vaihdannan välineet.

Kehityksen yleiskuvaus: Aikapankkijärjestelmät perustuvat yhteisölliseen luottamukseen. Niissä sisään järjestelmään tehdyillä aikapankkitunneilla saa lunastettua työtä muilta yhteisön jäseniltä olettaen, että nämä kelpuuttavat aikapankkitunteja oman työnsä vastineeksi.

Kryptovaluutat laajentavat luottamuksen piiriä siten, ettei mihinkään keskitettyyn rekisterinpitäjään tarvitse luottaa, ja kauppaa voi käydä globaalisti. Kryptovaluuttojen vaihtoarvo ei myöskään ole sidottu mihinkään tiettyyn työmäärään, vaan arvo kehittyy vapaan hinnoittelun kautta.

Kryptovaluutat ovat nopeasti kasvava globaali ja koko internetin laajuinen maksuväline. Valuuttaan liittyvät transaktiot varmennetaan jaetusti verkossa. Kaikki transaktiot salakirjoitetaan ketjuksi, joka alkaa kunkin valuuttayksikön luomisesta ja tiedot jaetaan verkon solmuihin. Kuka tahansa voi osallistua transaktioiden laskentaan. Palkkiona siitä työstä joka kaiselle työhön osallistuvalla tarjotaan uutta valuuttaa.

Lohkoketjuun perustuva kryptovaluutta Bitcoin oli ensimmäisessä merkityksellisessä roolissaan Kreikan eurokriisin pahimpaan aikaan. Sen jälkeen Bitcoinin vaihto on enemmän kuin kaksinkertaistunut vuosittain. Vaihdon arvo oli miljardin dollarin päivätasolla loppuvuodesta 2015 ja kahdenkymmenen miljardin tasolla alkuvuodesta 2018. Muiden kryptovaluuttojen vaihto on myös noussut miljardien dollarien päivätasolle.

Bitcoin-lompakoita on asennettu ihon alle, protokollaa kehitetään Bitcoinin jakelemiseksi radioteitse, ja Bitcoinia syytetään pyramidihuijaukseksi. Järjestelmän toimintaperiaatteista osoitetaan heikkouksia ja ennakoidaan seuraajaa. Keskustelu on laajaa ja jatkuva. Merkittävin kritiikki koskee transaktioiden aiheuttamaa sähkönkulutusta. Koska laskennasta saa kryptorahaa, kehitetään siihen yhä tehokkaampia erityisprosessoreita. Bitcoin-laskijat käyttävät tietokoneiden joutoaikoja ja halvan sähkön jaksoja.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Aikapankkijärjestelmien kehittäjien motiivi on ensi sijassa yhteisöllinen tai alustatalouteen liittyvä. Kehitystyö voi olla talkoohenkistä. Kryptovaluuttoja kehittävät sekä itsenäiset ohjelmoijat ja näiden yhteisöt että rahoituslaitokset, tietotekniikkayritykset ja valtiot. Motiivina on liikkeelle laskettavan valuutan luominen tyhjästä ja sen arvonnousu tai kustannustehokkuus, mutta myös anonymiteetti rikollisen tai poliittisen toiminnan suojaksi. Motiivit ovat osin tyypillisiä startup-motiiveja ja osin merkittävien taloudellisten toimijoiden motiiveja.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 85																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	0	1	0	0	1	0	1	5	3	0	1	0	0	0	0	0	3	3	1	3	**132

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.99 Sähköraha, aikapankit, ja se sijoittui korkeimpaan ryhmään. Korin sisällöstä on jätetty pois tavanomaiseen pankkirahaan perustuva sähköraha. Silloin Bitcoin oli käytännössä ainoa kryptovaluutta. Sen liikkeelle laskettu markkina-arvo oli joitakin promilleja nykyisestä, miljardi dollaria.

Kaikkien liikkeelle laskettujen kryptovaluuttojen yhteinen markkina-arvo on ylittänyt 800 miljardia dollaria tammikuussa 2018. Singaporelaisyrityksen Visa-kortti on Bitcoin-yhteensopiva. Hakkeri on ryöstänyt Ethereum-lompakoita 31 miljoonan dollarin arvosta. Bitcoin-transaktiot ovat nykyisellään hyvin energiatehottomia. Sähköraha on kännykämaksamisen kautta muodostunut erittäin tärkeäksi Afrikassa ja rahan siirto tililtä toiselle

kätevästi kännykän sovellusten avulla on pankkien vastaveto bittirahalle. Aikapankit eivät ole merkittävästi edenneet.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (085)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Singaporelaisyrityksen Visa Bitcoin-yhteensopiva	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-23/singapore-startup-counts-on-visa-to-take-bitcoin-into-real-world
Hakkeri ryösti \$31milj arvosta Ethereumia	https://medium.freecodecamp.org/a-hacker-stole-31m-of-ether-how-it-happened-and-what-it-means-for-ethereum-9e5dc29e33ce
Bitcoin-transaktioiden laskenta hyvin energiatehotonta	https://www.weforum.org/agenda/2017/10/the-electricity-required-for-a-single-bitcoin-trade-could-power-a-house-for-a-whole-month
Bitcoin/Blockchain-vaikutukset	http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10881213/The-coming-digital-anarchy.html?fb
MIT: Lohkoketjua tehokkaampia ratkaisuja kehitetään	https://www.technologyreview.com/s/609771/a-cryptocurrency-without-a-blockchain-has-been-built-to-outperform-bitcoin/amp/
Nordea kieltää työntekijöiltään Bitcoin-käytön	https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/nordea-bans-employees-from-trading-bitcoin-spokeswoman-says
Bitcoin radioteitse	http://kryptoradio.koodilehto.fi/
Paypal/Bitcoin eurokriisin aikaan	https://www.cryptocoinsnews.com/paypal-shuts-greece-bitcoin-still-operates/
Bitcoin-lompakko ihon alla	http://www.slideshare.net/PekkoVehvilinen/worlds-first-bitcoin-transfer-into-a-human-this-is-how-we-did-it
Bitcoin-kritiikkiä	https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2016/01/19/r-i-p-bitcoin-its-time-to-move-on/

2.9.86 Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus (086) ***

Teknologiakorin kohdealue: Monet ideat vaativat toteutuakseen runsaasti resursseja. Perinteinen keino laajojen hankkeiden toteutukseen on talkoiden järjestäminen. Rahatalous synnytti pankkien kaltaiset instanssit, jotka lainaavat hankkeeseen tai hankintaan tarvittavan rahan korkoa vastaan. Lainarahalla palkataan työntekijät ja ostetaan raaka-aineet tehtävän suorittamiseen. Valmiin hankkeen tuotoilla maksetaan laina takaisin. Tässä mekaniismissa monet talkoiden hyödyistä jäävät saavuttamatta.

Talkoohyöty jakautuu usein tekijöilleen. Jos hyöty on yksipuolinen, jää työn organisoiija velkaa monille. Se maksetaan takaisin tai eteenpäin osallistumalla muiden järjestämiin talkoisiin. Yhteisöllinen paine velan takaisinmaksuun on tässä suurempi kuin velassa yksittäiselle taholle. Talkoiden korvikkeeksi on syntynyt muita rahoituksen muotoja, joissa tyypillistä on se, että rahoittajia on pienissäkin hankkeissa suuri joukko tai hyöty jakautuu monille.

Kehityksen yleiskuvaus: Mikrorahoituksen edellytyksenä lainan tarvitsija kuvaa hankkeensa ja tilanteensa. Suuri joukko lainaajia arvioi riskin ja kukin tekee halutessaan tarjouksen lainamäärästä ja korosta, jolla itse olisi valmis osallistumaan lainaamiseen. Lainaajat siis jakavat riskin ja kukin käytännössä päätyy osallistumaan hankkeisiin, joiden taustan uskoo osaavansa arvioida. Parhaat hinnoittelevat riskit oikein ja kykenevät laajentamaan

toimintaansa. Velallinen on tyypillisesti pienessä velassa monille ja motiivi maksaa velka takaisin on suuri.

Joukkorahoituksen vanhin muoto on osakesäästäminen, jossa rahoittaja saa osan rahoittamastaan yrityksestä. Moderni joukkorahoitus antaa rahoittajille vastineeksi ensimmäiset valmistuneet tuotteet. Kyse on siis ennakotilauksesta ja etukäteismaksusta. Joukkorahoitusta käytetään myös hyväntekeväisyyden ja harrasteen edistämisen apuna. Luvatus hankkeen tulokset saattavat siis hyödyttää laajemmin rahoittajalle tärkeää kehitystä. Tältä osin joukkorahoitus vastaa rahankeräystä höystettynä hankkeiden selkeällä tavoitteellisuudella ja modernilla globaalilla seurannalla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Joukkorahoituksen kehitys on valtaosin startup-toimijoiden ja joukkorahoittajien aktiivisuuden sekä joukkorahoituksen hakijoiden käsissä. Kyse on joukkoistuksen voimaan luottavasta ilmiöstä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 86																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	1	1	3	0	1	0	0	3	0	0	3	0	1	0	3	0	0	5	3	10	***204

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kori on 2.18 Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus ja se sijoittui kolmanteen ryhmään.

Kickstarter on edelleen merkittävä joukkorahoitusala, mutta useita muita joukkorahoitusjärjestelmiä on syntynyt sen rinnalle. Yksittäisten hankkeiden rahoitussummat ovat kasvaneet. Mehiläisviljelyyn liittyvä yksinkertainen keksintö sai Indiegogon joukkorahoituksessa kerätyksi yli 13 miljoonaa dollaria. Suomalainen avaruusapplikaatio sai kahden miljoonan euron suuruisen joukkorahoituksen. Linda Liukkaan ohjelmointiopas, Hello Ruby, sai 380 tuhannen dollarin rahoituksen yli 9 tuhannelta rahoittajalta.

Joukkorahoitusala ovat vakiintuneet uusien tuoteideoiden merkittäviksi alkuvaiheen rahoitus- ja markkinointikanaviksi. Indiegogo suunnittelee palveluiden tarjoamista myös keskisuurille ja suurille yrityksille. Joukkorahoituksen merkitys talouden transformaatioissa ja rakenteita jäykistävien välikäsien ohittamisessa tulee edelleen kasvamaan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (086)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Joukkorahoitus 2ME suomalaiselle avaruusappsille	https://thenextweb.com/apps/2017/02/13/winner-astronaut-training-game-to-space/
AI -rahastosijoittaja, 7500 anonyymiä koodaria takana	https://www.wired.com/2016/12/7500-faceless-coders-paid-bitcoin-built-hedge-funds-brain/
Digitaaliset joukkoistusalustat suuremmille yrityksille	http://www.fastcompany.com/3055223/fast-feed/indiegogo-courts-big-businesses-with-enterprise-crowdfunding
Linda Liukkaan Kickstarter-projekti	http://www.theguardian.com/technology/2014/jan/27/hello-ruby-kids-coding-book-kickstarter
Joukkorahoitus esimerkki - mehiläisviljely	https://www.indiegogo.com/projects/flow-hive-honey-on-tap-directly-from-your-beehive

2.9.87 Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö (087) ***

Teknologiakorin kohdealue: Perinteinen oppinen on opettajajohtoista. Opettaja selittää asian, antaa tehtävät ja tarkistaa ne. Osaamisen näytämme useimmiten edelleen töihin pyrkiessämme oppilaitoksen antaman tutkintotodistuksen avulla. Tutkinnon suorittaminen vaatii opetuksen seuraamista ja oppilaitoksen kirjoille pääsyä.

Opettamisen haaste on yhä useammin opettajan vanhentunut osaaminen ja opinalojen monipuolistuminen. Opettajalta ei myöskään saa välitöntä tai yksilöllistä palautetta, jos samanaikaisesti opetettavia on luokka täynnä. Näitä ongelmia on ryhdytty ratkomaan käänteisen oppimisen, tietokoneavusteisen harjoittelun ja näyttötutkintojen avulla.

Kehityksen yleiskuvaus: Käänteinen oppiminen tarkoittaa mallia, jossa asian perusteiden selittäminen tapahtuu videoiden tai animaatioiden avulla. Nämä perusteet oppilas voi seurata omaan tahtiinsa. Opettajan läsnä ollessa tehdään harjoitukset, jotka voivat olla tietokonesimuloituja ongelmanratkaisutehtäviä tai muita sellaisia tehtäviä, joihin tietokone osaa antaa välittömän palautteen. Opettaja voi käyttää kaiken aikansa ongelmatilanteisiin, yhteiseen keskusteluun sekä yksilölliseen kannustamiseen.

Käänteinen oppiminen mahdollistaa parhaiden selittäjien käytön globaalisti. Oppilas voi valita omaan oppimistyyliinsä parhaiten sopivan selittäjän. Sellaisiakin asioita voidaan selittää oikein ja ytimekkäästi, joita luokan oma opettaja ei itse osaa. Opetuksen valmistelulta säästyy aikaa ja oppilas voi tarvittaessa kuunnella selityksen moneen kertaan ja halutesaan eri henkilöiden selittämänä. Harjoituksissa välitön palaute ja koneen suorittama etenemisen valvonta parantavat oppimistuloksia ja lisäävät oppimismotivaatiota.

Tutkintojen muuttaminen siten, että osaamista ei enää näytetä opettavalle organisaatiolle vaan kolmannelle taholle, avaa mahdollisuuden vaihtoehtoisille oppimisen tavoille. Samalla poistuu tarve pyrkiä ja päästä jonkin oppilaitoksen kirjoille. Tämä oppilaitoskeskeinen rakenne on vanhentunut, koska lähes kaikkiin ammatillisiin ja akateemisiin aiheisiin sekä kouluaineisiin on kattavaa ja laadukasta verkko-opetusta jopa maksutta tarjolla globaalisti ja maailman tunnetuimpien opinahjojen tuottamana.

Tutkintoja voidaan automatisoida siten, että tietokone voi testata osaamisen simulointien, massiivisen kysymysvaraston ja tekoälyn avulla. Näillä keinoin ulkopuolinen taho voi varmistaa aihealuekohtaisen osaamisen, milloin tahansa ja mistä aiheesta tahansa. Tätä käytetään laajasti jo sellaisilla erityisosaamisen alueilla, joissa esimerkiksi päämies haluaa varmistua huolto-organisaation riittävästä osaamisesta.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Verkko-opetusta mitä ilmeisemmin kehitetään ensi sijassa altruistisista tai markkinoinnillisista motiiveista lähtien. Opetuksen toivotaan päätyvän saataville mahdollisimman laajasti. Koska luentojen siirto verkkoihin on verrattain yksinkertaista, sitä tehdään laajamittaisesti. Opetuksesta riippumattomien näyttötutkintojen kehitysmotiivi on erityisen suuri markkinointi- ja tukiorganisaatioiden päämiehillä

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 87																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	0	0	1	0	0	0	3	3	5	3	10	0	0	3	20	1	1	5	5	10	***350

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kori on 2.12 Oppimisen uudelleenorganisointi ja se sijoittui korkeimpaan ryhmään. Verkko-oppiminen on alkanut kasvaa hyvin rahoitettuna liiketoimintana. Duolingo tarjoaa maksuttomia kielikursseja 23 eri kielellä. Khan Academyn opetusvideoita on käännetty jo yli 65 kielelle ja Yhdysvaltain hallinto tutki Khan Academyn oppimateriaalin tehokkuutta opetuksessa kenttäkokeissa kouluvuonna 2015-2016. Khan Academyn tarjonta kattaa jo täysin useimmat kouluaineet.

Merkittävä osa korkeakouluopetuksesta on vapaasti saatavilla globaalisti. Monet MOOC-kurssien tarjoajat rahoittavat toimintaa perimällä tutkinnoista maksun. Tekniset, päämiesten laatimat tutkinnot ovat erityisesti ICT-alalla levinneet laajaksi ja systemaattiseksi kolmansien osapuolten kautta organisoiduksi toiminnaksi. Näitä tutkintoja ja mikrotutkintoja tai muita osaamisen sertifikaatteja vaaditaan sopimusten ja työhön pääsyn ehtoina.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (087)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Duolingo - maksuton 23 kielen kielten-opetus	https://en.wikipedia.org/wiki/Duolingo
MOOC Trendejä	https://www.class-central.com/report/5-mooc-trends-of-2015/
Tutkintatodistusten aitous lohkoketjuun	https://medium.com/mit-media-lab/what-we-learned-from-designing-an-academic-certificates-system-on-the-blockchain-34ba5874f196
Oppimisen pelillistämislusta	http://www.seppo.io/
Tarkalla neurostimuloinnilla lisää oppimistehokkuutta	http://www.hrl.com/news/2016/0210/

2.9.88 Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ (088) ***

Teknologiakorin kohdealue: Normaalialue on ollut, että ihminen tekee työnsä siellä, missä työn on tarkoitus vaikuttaa. Jos jonnekin on pitänyt kylvää, korjata tai rakentaa, on sinne menty tekemään vaadittu työ. Tehtävän on normaalisti antanut ihminen, joko esimies tai asiakas. Tietotekniikkaa apuna käyttäen voimme nykyään jättää matkan tekemättä. Voimme siirtää pelkät bitit tai lähettää matkaan pelkän työkalun, jota sitten kauko-ohjaamme. Yhä useammin työn teettää ja johtaa pelkkä tietojärjestelmä saamiensa tilausten tai muiden havaintojen perusteella. Erityistä ihmistä työnjohtajana ei tarvita.

Kehityksen yleiskuvaus: Etiäisiä eli etäläsnäolorobotteja on kehitetty, jotta ihminen voisi suorittaa vaarallisia tai etäällä olevia tehtäviä kauko-ohjauksella. Aluksi kyse on ollut armeijan, pelastuslaitoksen, kaivosten, merenpohjan tai avaruuden ja muiden vaarallisten olosuhteiden tehtävistä.

Etäläsnäolo on nyt muuttumassa niin yksinkertaiseksi, että se kannattaa pelkästään matkojen säästämiseksi. Yksinkertaisimmat etiäiset ovat käytännössä vain kauko-ohjattavia, jallustoillaan kulkevia kuvapuhelimia. Perinteisestä kuvapuhelimesta poiketen, soittaja voi siis ohjata tällaista etiäistä ja vaeltaa sen avulla esimerkiksi vierailukohteen käytävillä itse

määrästen sijaintinsa ja katseensa suunnan. Kehittyneemmät etiäiset kykenevät myös käyttämään työkaluja ja manipuloimaan aineita tai tavaroita.

Alustatalous, asioiden internet, simulointi ja tekoäly ovat osallisia kehityksessä. Koneet kertovat ihmiselle, mitä tämän seuraavaksi tulisi tehdä. Koneiden toiminta esimiehenä liittyy etiäisiin. Molemmat edistävät, samoihin periaatteisiin nojaten, työnteon riippumattomuutta sijainnista ja etäisyyksistä. Etäisyys esimieheen ja etäisyys tekemisen kohteeseen voivat siis molemmat kasvaa. Työntekijä saa alustalta toimeksiantonsa ja suorittaa alustalle työnsä. Toimeksiannon virikkeet tulevat IoT:n kerääminä toisaalta ja työn vaikutukset näkyvät robottien välittämänä toisaalla. Tekijän sijainnilla ei ole merkitystä.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Riskisijoittajien rahoittamien startup-yritysten motiivina on synnyttää uutta liiketoimintaa nopeasti kehittyvän teknologian hyväksikäyttöön. Osa robotiikkaan keskittyneistä teollisista yrityksistä kehittää kauko-ohjausta asiakaskysynnän ja kilpailun syistä. Akateeminen tutkimus on huomattavaa robottien kauko-ohjauksessa. Ase-teollisuuden tuotekehityksessä motiivi on selkeä ja merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 88																						
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa	
3	5	10	3	5	0	0	5	0	10	3	5	0	3	3	3	10	5	3	0	10	***249	

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi. Lukuisat yritykset ovat ryhtyneet myymään etiäisiä edellisen raportin julkaisun jälkeen. Kauko-ohjattavat robotit ovat tutkimustasolla kehittyneet siten että niillä voi luontevasti tehdä fyysisistä töitä haptisten ohjainten ja virtuaalilasien avulla. Kiinnostava esimerkki luonnollisesta koko kehon tasoisesta kauko-ohjauksesta on Toyotan uusin kokeilurobotti.

Osa kauko-ohjattavista roboteista on edennyt käytännön tuotteisiin, kuten Hiabin VR-laseilla operoitava nosturi. Applen Healthkit on alusta, joka välittää potilaan itse kotonaan mittaamat terveystiedot lääkärille. Uber ja monet muut alustatalouden yrityksen välittävän asiakkaiden tilaukset tietojärjestelmän koordinoimana työntekijöille. MIT:n tutkimus osoittaa työntekijöiden pitävän tekoälyn toiminnasta esimiesroolissa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (088)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Ihmisen ja robotin yhteistyö, robottiesimies	http://qz.com/255093/human-workers-will-take-orders-from-robots-and-they-will-like-it/
MacKinsey: 120 AI-pohjaista liikeideaa, matriisi	https://medium.com/@thoszymkowiak/120-machine-learning-business-ideas-from-the-new-mckinsey-report-b81b239f336
Koneavusteisen ihmisen pääryhmät	http://theconversation.com/introducing-operator-4-0-a-tech-augmented-human-worker-74117?utm_source=facebook&utm_medium=facebookbutton
Uber ja robottiliikenne	https://www.fastcompany.com/3050250/what-makes-uber-run
AI lähiajan terveydenhuollon sovelluksissa, katsaus	https://venturebeat.com/2017/07/23/what-ai-enhanced-healthcare-could-look-like-in-5-years/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (088)	
Katsaus etiäisten nykytilaan - käyttökelpoisuus saavutettu	https://www.engadget.com/2017/08/11/the-best-telepresence-robot/
AI-riskit - laajan joukon allekirjoittama vetoamus	http://futureoflife.org/misc/open_letter
Apple Healthkit - etäterveydenhuoltoalusta	http://www.patentlyapple.com/patently-apple/2014/09/stanford-duke-prepare-major-trials-with-apples-healthkit.html
AI&Robotiikka -arvio talousvaikutuksista	http://europe.newsweek.com/robot-economy-artificial-intelligence-jobs-happy-ending-526467
Tekoäly vie juristeilta töitä	https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tekoaly-vie-juristeilta-tyota---haaste-on--miten-kay-seuraavalle-juristien-sukupolvelle/igcqTD4x
S-ryhmä testaa konenäköä hyllyjen tarkkailussa	https://yle.fi/uutiset/3-10074281
Puurekan kuormaus VR-laseilla ohjaten	http://www.hiab.com/en/global/HiVision/
Toyotan humanoidirobotin liikkeet yhä luonnollisemmat	https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/toyota-gets-back-into-humanoid-robots-with-new-thr3

2.9.89 Salattu ja anonymi tietoliikenne (089) ***

Teknologiakorin kohdealue: Monet ihmiset haluavat toimia internetissä anonymisti. Tähän voi olla syynä kyseiseen ihmiseen kohdistuva uhka esimerkiksi poliittisen sarron vuoksi tai hänen itsensä halu toimia rikollisesti ilman kiinnijäämisen riskiä. Salauksen tarve voi myös liittyä valtiolliseen vakoiluun, liikesalaisuuksiin ja normaaliin yksityisyyden suojaan. Salaukseen perustuvia järjestelmiä ovat mm. verkkopankit, kryptoraha ja kaikki luotettavaa tunnistusta vaativat tietoverkkopalvelut.

Kehityksen yleiskuvaus: Tunnetuimman anonymin järjestelmän, TOR-verkon (The Onion Router) kehitystä on rahoittanut USAn puolustusministeriö. TOR-verkon käyttäjistä huomattava osa on huume- ja asekauppiaita, ihmiskauppiaita, rahanpesijöitä ja muita rikollisia. Tämän Dark Web -nimellä kutsutun internetin osan palveluina ovat esimerkiksi hakerointityökalut, palvelunestot, palkkamurhat ja tietovuodot.

TOR-verkon rakenne perustuu vapaaehtoiisiin solmuihin, joita on kirjoitushetkellä seitsemän tuhatta. Näiden välityksellä selaimen käytön seurannan voi tehdä hyvin vaikeaksi. Yksittäisen solmun murtaminen ei eliminoi suojausta sipulinkuorimaisen salauksen vuoksi. Osa internetin palveluista estää toiminnan, mikäli pyyntö tulee TOR-verkon tunnetusta osasta.

Käyttäjän anonymisointia tavallisempaa on salata viestin sisältö joko kokonaan tai luottamukselliseen tietoon oikeuttavien salasanojen osalta. Tietoliikenne salataan lähettäjän ja vastaanottajan välisellä käytännöllä, jossa salausalgoritmi on julkinen tieto tai ainakin kummankin osapuolen tiedossa. Algoritmin lisäksi tarvitaan salausavain, jota käyttäen lähettäjä salaa tiedon sellaiseen muotoon, josta vain vastaanottaja voi sen lukea joko käytetyllä salausavaimella tai sen salaisella vastinparilla.

Nykyisin tavallisia ovat salausmenetelmät, joissa lähettäjän tiedossa on vastaanottajan julkinen avain ja salaus tehdään sen avulla. Salatun viestin voi avata ainoastaan vastaanottajan salaisella avaimella. Nämä julkisen avaimen salausmenetelmät, joita myös murtovarmoina pidetyssä lohkoketjutekniikassa käytetään, ovat ainakin nykyisin pääosin käytetyssä muodossaan selvitysten mukaan jo lähitulevaisuudessa murrettavissa kvanttietokoneiden avulla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: TOR-verkkoa kehittävä yhteisö on laaja, ja ainakin osin vilpittömistä yksityisyyden advokaateista koostuva. Verkon laajamittainen ja selkeä käyttö rikollisiin toimiin on johtanut akateemisesti ja valtiollisesti motivoituneisiin pyrkimyksiin murtaa TOR-verkon suojaus. Salausalgoritmien ja niiden murtamisen tutkimus on sekä akateemisesti että valtiollisesti tai rikollisesti motivoitua toimintaa.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 89																						
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa	
6	3	3	0	0	0	0	3	20	5	0	1	0	0	0	3	0	5	3	0	3	***294	

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi ja perustettu internetin anonyymien osan yhä laajemman rikollisen käytön vuoksi sekä salauksen roolin jatkuvan kasvun vuoksi. Uusia salaustekniikoita on kehitetty. Google on ryhtynyt selvittämään, kuinka tietoliikenteen voi salata kvanttietokoneilta. Useat hallitukset ovat osallistuneet operaatioon Dark Webin huumekaupan Alpha Bayn sulkemiseen.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (089)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Salausmenetelmien turvallisuutta ei voi todistaa	https://www.theregister.co.uk/2017/12/15/crypto_mathematical_backdoors/
Darknet /anonyymi internet	http://apps.washingtonpost.com/g/page/world/nsa-research-report-on-the-tor-encryption-program/501/
Quditeilla puheluihin riittävän nopea lomitettu kvanttisalaus	http://advances.sciencemag.org/content/3/11/e1701491.full
Sivustot varastavat käyttäjien aikaa kryptovaluuttojen laskentaan	https://www.engadget.com/2017/12/15/as-online-ads-fail-sites-mine-cryptocurrency/
Salaus kamerakennolla	http://www.uusisuomi.fi/tiede-ja-ymparisto/72056-tieteellisen-lapimurto-nokia-n9n-kameralla-maailmankaikkeuden-ika-ei-riita
Google selvittää suojautumista kvantti-hakkereilta	https://www.wired.com/2016/07/google-tests-new-crypto-chrome-fend-off-quantum-attacks/
Dark Webin huumekauppa Alpha-Bay suljettu	https://www.theverge.com/2017/7/14/15975140/alphabay-dark-web-drug-marketplace-police-shutdown-silk-road
Nopea salaus (MS)	http://www.theregister.co.uk/2016/02/09/researchers_break_homomorphic_encryption/
Useita AI-turva/uhkalinkkejä postauksessa	http://www.express.co.uk/news/science/668886/AI-major-threat-microsoft-artificial-intelligence

2.9.90 Lähi- ja talkootyön alustat (090) **

Teknologiakorin kohdealue: Ihmiset ovat luonnostaan yhteistyöhakuisia ja sosiaalisia, vaikka huomio usein kiinnittyykin usein itsekkäisiin motiiveihin ja erimielisyyden alueisiin. Meillä on myös monia yhteisiä tavoitteita, joista kaikki hyötyvät, jos niiden hoitamiseen sitoudutaan yhdessä.

Tietojärjestelmät ja erityisesti alustatalouden sovellukset tekevät transaktioista edullisia ja vaivattomia. Meidän on yhä helpompi osallistua vähäisiinkin yhteisiin talkoisiin. Tietojärjestelmät myös pienentävät monimutkaisuuden ja yksilöllisyyden kustannusta. Ne mahdollistavat tavaroiden ja palveluiden tuottamisen lähellä, kunhan etsimiskustannukset, luottamustarpeet ja muut transaktiokustannukset voidaan alustatekniikan avulla ratkaista.

Tähän koriin kuuluvat ne sosiaaliset ja teknologiset innovaatiot ja alustatalouden tekniikat, jotka edistävät lähivalmistusta, talkootyyppejä hankkeita ja kierrätystä tai muuta pääosin epäkaupallista jakamistaloutta.

Kehityksen yleiskuvaus: Linux ja Wikipedia ovat vaikutuksiltaan laajimpia pääosin talkootyöhön perustuvia aikaansaannoksia. Wikipedia on näistä selkeämmin alustatalouden mallin mukaan organisoitu. Havaintojen ja tietojen yhdistely tai laajan ohjelmiston tuottaminen yhteistyössä sopivat erinomaisesti tietoverkoissa toteutettavaksi.

Monet alustat vetoavat muihin tekemisen motiiveihin rahallisen ansainnan sijaan. Puhutaan mainetaloudesta, kun työn vastineena tunnettuus kasvaa. Oma kontribuutio saattaa toisaalta tuntua mielekkäältä vain siksi, että itselle tärkeät asiat tulisivat osaksi laajaa kokonaisuutta tai suuruuden ekonomiaa. Osallistuminen voi myös olla ehto sille, että saa palvelun käyttöönsä.

Alustat voivat rahoittaa toimintansa lahjoitusvaroin, kuten Wikipedia tai mainostuotoin, kuten useat muut. Alusta voi toisaalta ottaa osuuden transaktioiden tuotosta tai myydä konsolidoidun työn joitakin tuloksia toiminnan rahoittamiseksi. On lisäksi mahdollista organisoida alusta siten, että osallistujat tuottavat kukin osan siitä niin, ettei yhteisiä kustannuksia synny. Tämä on esimerkiksi Bitcoin-järjestelmän toimintaperiaate.

Radikaaleja ideoita laitteiden välisestä taloudesta on kehitelty. Alustakooperatiiveja kokeillaan. Jakamistaloudesta kirjoitetaan kuvitellen maailmaa, jossa marginaalikustannus lähestyy nollaa. Ihmetellään organisaatioiden muuttumista hierarkioista vertaisverkostoiksi. Terveystalouden laitteiden kuluttajistuminen ja vertaisryhmien organisoituminen, avoimen koodin haima tai konsepti merten Uberistä osoittavat, että tämä kehitys tuskin jättää moniakaan toimialoja rauhaan.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Joukkoistuksen ja vertaisryhmien merkitys aihealueen kehitystoiminnassa on erittäin suuri. Tämän alueen innovaatiot tapahtuvat yksittäisten ohjelmoijien ja pienten ryhmien piirissä laajeten mittavaksi toiminnaksi osallistujien määrän kasvaessa. Ruohonjuuritason kehitystyö on todella laajaa ja vain pieni osa siitä nousee valloittamaan maailman. Akateeminen tutkimus ja suurten organisaatioiden tuote- ja palvelukehitys ovat pienemmässä roolissa kuin joukkorahoitetut ja startup-rahoitetut yritykset sekä löyhästi organisoidut intressiryhmät.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 90																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	0	5	5	5	0	3	3	3	0	0	5	0	0	3	3	0	0	3	3	0	**164

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava laajempi kohta on 2.13 Vapaasti organisoituva etätö ja netissä muodostuvat organisaatiot, joka sijoittui korkeimpaan ryhmään. Siinä mainitut eBay ja Shapeways ovat edelleen kasvaneet. Tärkeänä taustapohdintana kehitykselle on julkaistu Jeremy Rifkinin Zero Marginal Cost Society. Tuoretta kehitystä edustaa Be My Eyes-palvelu, jossa vapaaehtoiset toimivat kännykkäkameran välityksellä näkövammaisten silminä.

Alustakooperatiivien idea on kehitetty korvaamaan Uberin kaltaisia kaupallisia toimijoita osuuskuntamaisilla käyttäjien luomilla rakenteilla. Julkinen hallinto on avannut tietovarantojaan yhteiskäyttöön. Lähivalmistuksen ja jakelun kehittämiseksi on ryhdytty rakentamaan pakettilokerikkoja kerrostaloihin. Perustulon jakamista lähituotannon välineinä pohditaan.

3D-tulostuksen arvioidaan vähentävän globaalia kauppaa 40%. Wikihouse tarjoaa rakennussuunnittelua avoimina hankkeina. Opendesk kytkee huonekalusuunnittelun paikallisiin toteuttajiin. Vastaavia toteutuksia on lääkäripalveluiden ja useiden muiden ammattilaisten löytämiseen. Globaalin alustan ja paikallisen toteutuksen yhdistelmät laajenevat nopeasti.

Kierrätykseen 2015 julkaistu Letgo yhdistää paikallista ja globaalia toimintaa globaaliksi. Letgon arvo on noussut miljardiin dollariin ja viestejä alusta välitti syksyllä 2017 jo 9 miljoonaa päivittäin. Osin suomalaisomisteinen Swap.com on käytettyjen asusteiden vaihtopaikka, jonka liikevaihto 2017 on noin 20 miljoonaa euroa ja tuorein pääomasijoitus oli saman suuruinen.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (090)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Zero Marginal Cost Society	https://www.youtube.com/watch?v=5-iDUcETjvo
Alustakooperatiivit (Platform co-ops)	http://www.shareable.net/blog/how-platform-coops-can-beat-death-stars-like-uber-to-create-a-real-sharing-economy
Be My Eyes -app	https://vimeo.com/113872517
Letgo, paikalliseen kierrätykseen, arvo yli \$1MRD	http://nordic.businessinsider.com/letgo-app-buy-sell-used-items-online-2017-9?r=US&IR=T
Helsinki: 3D-kaupunki avoimena datana	http://www.hri.fi/fi/ajankohtaista/uuden-sukupolven-kaupunki-tietomallit-helsinkiin/
Ekologiset asumisyhteisöt	https://www.fastcompany.com/3060167/this-new-neighborhood-will-grow-its-own-food-power-itself-and-handle-its-own-waste
Crowdsourcing kääntämisen/opiskelu	http://www.theguardian.com/education/2012/feb/14/web-translation-fails-learners
Perustulo jaettava moderneina välineinä	https://www.tulevaisuustalo.fi/artikkelit/perustulo-ja-uusi-universaalisismi/

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (090)	
Robotisaatio&AI voi vähentää eriarvoisuutta	https://www.forbes.com/sites/timworstall/2017/06/25/getting-capitalism-wrong-ai-will-reduce-economic-inequality-not-increase-it/
3D-tulostus voi vähentää globaalia kauppaa 40%	https://www.gtreview.com/news/global/3d-printing-could-wipe-out-40-of-world-trade-by-2040/
Katsaus avoimen koodin markkinaan	http://techcrunch.com/2015/12/15/the-golden-age-of-open-source-has-arrived/
Pakettilokerikkoja kerrostaloihin	http://www.iltasanomat.fi/taloussanomat/art-2000005005045.html
Writers Cafe - peer-kollaboraatio	http://www.kboards.com/index.php?board=60.0
Flipboard-kuratointi	https://about.flipboard.com/magmaker/flipboardchat-summary-how-to-curate-news-magazines/
Opendesk - globaali kaluste-suunnittelu	https://www.opendesk.cc/
P2P-sähkökauppa	http://www.technologyreview.com/news/544471/renewable-energy-trading-launched-in-germany/
Wikihouse - avoin rakennussuunnittelu	http://www.wikihouse.cc/
Avoimen koodin haima	http://openaps.org/

2.9.91 Kaupallisen alustatyön välittäminen (091) ****

Teknologiakorin kohdealue: Työnvälitys ja työhön perustuvien tuotteiden sekä palveluiden kauppa hakevat alustatalouden aikakaudella uusia muotoja. Työntekijöiden tai palveluiden etsimisen ja löytämisen ohella tässä korissa käsitellään myös alustatalouden välitysfoorumit. Välitysfoorumeilla tarkoitetaan palveluita, joihin omat aikaansaannoksensa voi sijoittaa tarjolle ja, josta mahdolliset asiakkaat voivat niitä tilata. Tässä keskitytään pää- tai sivutoimiseen ansiotyöhön ja voittoa tavoitteleviin alustoihin. Voittoa tavoittelemattomat ja talkoohenkiset tai kierrätykseen perustuvat alustat käsitellään toisaalla, korissa 90.

Kehityksen yleiskuvaus: Alustataloudessa alustan roolina usein on markkinoida palveluita asiakkaille, valita kullekin työlle suorittaja halukkaaksi ilmoittautuneiden joukosta, valvoa asiakkaan antamaa palautetta ja huolehtia maksuliikenteestä asiakkaalta alustalle ja siitä työn suorittajalle. Alusta alentaa transaktiokustannuksia ja tarjoaa luotettavan kolmannen osapuolen asiakkaan ja palveluiden suorittajan väliin. Alusta välittää sekä laatuarvot että rahaliikenteen ja sulkee palvelusta epäluotettavat tahot.

Yleisimmät maksulliset palvelut alustataloudessa liittyvät taksiliikenteeseen, jossa Uber, Didi ja Lyft ovat suurimmat toimijat. Pelkästään Uberilla on järjestelmässään yli puolitoista miljoonaa aktiivista kuljettajaa syksyllä 2017.

Huoneistojen vuokraus lyhytaikaisia vierailuja varten on muuttunut merkittäväksi toiminnaksi. AirBnB:n liikevaihdoksi arvioidaan kolme miljardia dollaria vuonna 2017. Pääosa huoneistoista on koteja tai kakkosasuntoja, joita tarjotaan vuokralle silloin, kun omistaja

itse ei asuntoa tarvitse. Tyypilliset asiakkaat ovat matkailijoita. Vuokraajan työnä on huolehtia asunnon siisteydestä. Aamiaisen tarjoamista pohditaan.

Youtube on hyvä esimerkki alustasta, johon voi laittaa oman työnsä katsottavaksi. Vloggerit ja bloggerit ovat uusi ammattikunta, jotka ansaitsevat osan sivustojaan aikaansaamista mainostuloista. Suosituille vloggereille ja bloggereille videoiden tuottaminen tai kolumnien kirjoittaminen verkkoon voi olla päätyö. Myös 3D-mallien, valokuvien ja ongelmanratkaisun alueilla on alustansa, jotka välittävät maksullista työtä ja työn maksullisia tuloksia. Esimerkiksi Shapeways valmisti vuonna 2016 miljoona jäsentensä muotoilemaa tavaraa palvelunsa tilaajille ja tilitti mallin hinnan kullekin muotoilijalle.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tärkein kehitysmotiivi on uusien liiketoimintamallien kehittäminen ja liiketoiminnan kasvattaminen. Riskisijoittajien rahoittamat startupit ovat merkittävimpiä kehittäjiä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 91																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	10	5	0	5	0	0	5	10	20	3	10	0	3	3	5	3	0	5	5	5	****582

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Lähinnä vastaava kori edellisessä raportissa on 2.13 Vapaasti organisoituva etätyö ja netissä muodostuvat organisaatiot, joka sijoittui korkeimpaan ryhmään. Uber ja Lyft ovat noin satakertaistaneet liikevaihtonsa edellisen raportin tietojen jälkeen. Uberin liiketappio ylittää 2 miljardia dollaria. Kiinalainen Didi on nousemassa globaaliksi kilpailijaksi.

AirBnB on kasvanut maailmanlaajuisesti majoitusjätiksi nopeasti ja toimii voitollisesti. Merten Uberiä kehitetään. Google ohjaa online-lääkäripalveluihin. Online-työn aktiivisin maa on tutkimusten mukaan Intia. Verkkoon tehdyn työn luonne poikkeaa selkeästi maittain. Työn luonnetta algoritmin ylä- ja alapuolella on tutkittu laajasti.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (091)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Uber-business-malli ja 9-ryhmään esimerkkejä	http://www.nytimes.com/2015/01/29/technology/personal-tech/uber-a-rising-business-model.html
Median ostaminen dynaamiseksi, header bidding	http://marketingland.com/programmatic-header-bidding-will-disrupt-media-2017-202040
Online lääkäri googlauksella	http://gizmodo.com/google-tests-connecting-doctors-with-online-patients-1645412934
Ohjelmoitu (verkko)kauppa syö mainontaa	http://www.telegraph.co.uk/connect/media-and-technology/things-we-learned-advertising-week-new-york/
Kartta netin kautta suoritetun freelancetyön jakaumasta	http://ilabour.oii.ox.ac.uk/where-are-online-workers-located-the-international-division-of-digital-gig-work/
Workforce on demand (Deloitte)	http://dupress.com/periodical/trends/human-capital-trends-2015/?id=us%3A2el%3A3dc%3Aadup1179%3Aeng%3Acons%3Aht15
Työ algoritmin ylä- ja alapuolella	http://www.druckerforum.org/blog/?p=1097

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (091)	
Terveyspalveluiden yksityistymisen Suomessa	http://yle.fi/uutiset/terveyspalvelut_yksityistyvat_nopeasti/7623506
Mainonta siirtymässä somesta toisaalle	https://www.linkedin.com/pulse/week-advertising-became-factly-ill-nea-barman
Organisaatioista verkostoihin	http://interactioninstitute.org/blog/2013/07/31/why-networks-for-social-change/
Steem - some-lohkoketjuraha, postauksista maksetaan	https://forum.bittiraha.fi/t/steem-sosiaalinen-media-lohkoketjussa/3188
Merten (ja sisävesien) Uber	http://www.seatrade-maritime.com/news/middle-east-africa/uber-of-the-sea-is-near-but-is-the-industry-ready-for-the-sea-change.html

2.10 Globalisoituvat teknologiarajapinnat

Microsoft, Apple ja Google, muiden muassa, ovat osoittaneet sen voiman, joka teollisuusstandardeiksi nousevilla tuotteilla saattaa olla, jos ne yhdistävät ihmisiä ja heidän digitaalisia aikaansaannoksiaan. Kun tuotteet sisältävät rajapintoja, joiden avulla niitä ohjelmoidaan ja käytetään, syntyy niiden varaan aluksi teknisiä ekosysteemeitä ja myöhemmin teknologia-rajapintojen varassa laajoja sosioteknisiä systeemeitä.

Nämä sosiotekniset systeemit voivat rohkaista käytäntöjä, jotka ovat ristiriidassa sen kanssa, miten yksittäinen valtio haluaisi asiat järjestävät. Yksittäisen valtion kannalta globaaleihin rajapintoihin on kuitenkin vaikea vaatia muutoksia tai jättäytyä ongelmien vuoksi näiden ekosysteemien ulkopuolelle.

Teknologiarajapinnat järjestävät yhä useammin sosiaalisen, poliittisen ja taloudellisen sekä jopa sotilaallisen vuorovaikutuksen puitteet. Tässä osiossa käsitellyt rajapinnat tuottavat yleistyessään mittakaavaetuja, liitettävyyttä ja kasvavia taloudellisen vaihdannan ja sosiaalisen koheesion mahdollisuuksia. Rajapinnoilla on selkeä pysyvyys ja uudistuksia niihin voidaan käyttäjäkuntaa menettämättä tyypillisesti tehdä vain toiminnallisuutta laajentamalla.

IOT, robotisaatio, keinoäly, virtuaalitodellisuus ja bioteknologia laajentavat kukin kehittyessään teknologiarajapintojen merkitystä ja synnyttävät uusia entistä merkityksellisempiä rajapintoja. Näiden ennakointi on tärkeää, mutta haasteellista.

Globalisoituvat teknologiarajapinnat	
TKID	Ryhmän teknologiakorit
92	Robottiekosysteemien rajapinnat
93	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa
94	Globaali langaton laajakaista
95	Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut
96	AI:n tekemä globaali työ
97	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju
98	Digitaide- ja digielämysalustat
99	MyData & GDPR
100	AR&VR-alustat ja sisältöstandardit

2.10.92 Robottiekosysteemien rajapinnat (092) **

Teknologiakorin kohdealue: Robottien hyödyt on tämän raportin muissa osissa osoitettu monin tavoin. Tässä korissa keskitytään siihen, kuinka robottien kehitystä voidaan jouduttaa rajapintojen ja modulaarisuuden avulla. Robotit on nimittäin perinteisesti kehitetty kokonaisvaltaisina hankkeina. Valmisosina on saatettu käyttää sähkömekaanisen ja tietoteknisen teollisuuden osia. Varsinainen robotti varusohjelmineen ja jopa sovelluksineen on suunniteltu ja ohjelmoitu saman kokonaishankkeen puitteissa.

Erikoistuminen kypsän teollisuuden rakenteiden mukaisesti edellyttää rajapintojen vakiintumista. Kypsässä ekosysteemissä on mahdollista koota robotti yhden toimijan liikuntaeliämistä, toisen tartuntaeliämistä, kolmannen ulkoisista aisteista ja neljännen kehittämästä tekoälystä. Aihealueen monimutkaisuuden vuoksi on epätodennäköistä, että kukaan yksi toimija kykenee parhaisiin tuloksiin jokaisella eri osa-alueella.

Kehityksen yleiskuvaus: Robotiikan kehitys etenee kohti toiminnallisten moduulien välistä rajapintoja. Toimilaitteiden ohjauselektroniikan hinta on laskemassa kymmenistä euroista eurojen tasolle. Robottien käsiä, sensoreita ja ohjelmistoalustoja myydään ja kehitetään erillisissä hankkeissa. Yhteisiä rajapintoja haetaan. Voimakkaimmin modularisaatio on syntymässä Arduinon ja Raspberry Pi:n ympärille. Selkeintä modulaarisuutta edustavat nyt nelikopterikehitys ja 3D-tulostinten pursotusteknologia.

Modulaarisella robotiikalla on selkeä yhteys IOT-kehitykseen ja AI-kehitykseen, joiden puitteissa on syntymässä useita rinnakkaisia rajapintoja ja alustoja. Nämä luovat mahdollisesti erillisiä ekosysteemeitä, joiden kunkin sisällä modulaarisuus toteutuu, mutta eri ekosysteemeihin tarkoitettujen moduulien yhdistely tulee olemaan hankalaa.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Robotteja tutkitaan laajasti sekä akateemisen motiivin, kaupallisen kilpailun ja uusien liiketoiminta-alueiden tavoittein. Modulaarinen robotiikka on akateemisenä tutkimuskohteena erityisesti parviällyn ja homogeenisten yhteistoiminnallisten robottien kautta, mutta myös robottiekosysteemien rajapintojen kautta. Kaupallisen robotiikan alueella rajapinnat ja robotiikan ekosysteemit ovat tavoitteena uusi.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 92																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
3	0	10	10	1	1	1	5	3	5	3	3	0	3	3	0	0	5	5	0	5	**189

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta on 2.53 Modulaarinen robotiikka, joka sijoittui korkeimpaan ryhmään. Selkeää kehitystä on tapahtunut tämän jälkeen. Useita alle 10 dollarin Linux tai Windows -tietokonemuodulleja sekä Arduino -IoT-ohjauskortteja on tullut myyntiin. Edullisia robottikäsiä on tullut markkinoille.

Robottiliikenteen kehitys on vauhdittanut tekoälyprosessoreiden ja robotiikan modulaaristen sensoreiden kehitystä. Kännyköistä on tullut yhä kyvykkäämpiä robottien aisteiksi, käyttöliittymäksi, tietoliikenne- ja prosessoriyksiköksi. Modulaariseen robotiikkaan on kehitetty uusi ROS-rajapinta. Robottien oppimiseen toinen toisiltaan on kehitetty RoboEarth-pilvipalvelu. ABB ja Kawasaki ovat sopineet yhteisistä rajapinnoista. Universal Robotics on julkaissut sovelluskehitysrajapintojaan.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (092)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
9\$ tietokone, wifi, linux, yms.	http://postsclapes.com/9-single-board-computer-chip
Raspberry Pi Zero 5\$	http://www.engadget.com/2015/11/28/raspberry-pi-eric-schmidt/
Halpa 5 vapausasteen robottikäsi Katia, Carbon Robotics	http://techcrunch.com/2016/01/06/this-robotic-arm-can-do-everything-from-3d-printing-to-laser-cutting-to-cake-decorating/
134 euron robottikäsi, uArm, open source	http://www.wired.com/design/2014/03/kickstarter-robot-arm-ufactory/
Robotiikan rajapinta, OPC UA Robotics Companion Specification	https://opcfoundation.org/markets-collaboration/vdma-robotics/
Universal Robots synnyttää ohjelmistoekosysteemiä	https://blog.universal-robots.com/pioneering-universal-robots-ecosystem
MS&FB avoin AI-rajapinta saa laajenevaa tukea muilta	https://www.engadget.com/2017/10/11/microsoft-facebooks-ai-onxx-partners/
IOT-sovittimet - Ruuvi	https://tag.ruuvi.com/
Raspberry Pi2 35\$	http://www.bbc.com/news/technology-31088908
Arduino/Raspberry Pi -vertailu	http://readwrite.com/2014/05/07/arduino-vs-raspberry-pi-projects-diy-platform
Ohjelmistorobotiikalle rajapintoja, MS Flow	http://www.zdnet.com/article/microsoft-leaks-flow-its-ifttt-like-tool-for-automating-actions-across-apps/
Robottien pilvipalvelu RoboEarth jaettuun robottioppimiseen	http://www.bbc.co.uk/news/technology-25727110
ABB&Kawasaki kehittämään yhdessä robottien rajapintoja	https://global.kawasaki.com/C3171127-1.pdf
Modulaarisen robotiikan käyttöjärjestelmä ROS	https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/robotics-software/the-origin-story-of-ros-the-linux-of-robotics

2.10.93 M2M- kauppa ja muu verkkokauppa (093) ****

Teknologiakorin kohdealue: Erilaiset algoritmit ja sopivasti opetettu tekoäly kykenevät tunnistamaan hahmoja, pelaamaan pelejä ja etsimään tietoverkoista meitä kiinnostavia asioita. Koneet voivat näiden tietojen ja kykyjen perusteella käydä kauppaa puolestamme. Koneilla saattaa myös olla omia, ohjelmoituja tarpeitaan, esimerkiksi myyntihyllyköiden täytöasteen tai akkujen varausasteen suhteen. Tekoälylle voidaan halutuissa rajoissa antaa oikeus itsenäisesti sopia kaupat parhaista löytämistään tuotteista ja palveluista.

Tähän koriin kuuluu koneiden valvoma tai suorittama kaupankäynti ja muu verkkokauppa pois lukien alustatalous, joka on käsitelty koreissa 90 ja 91.

Kehityksen yleiskuvaus: Tietokoneet ovat kyenneet jo pitkään tunnistamaan luottokorttiväärinkäytöksiä ja muita kaupankäyntiin liittyviä anomaliaita, joissa henkilöt poikkeavat totutuista tavoistaan epäilyttävällä tavalla. Tekoäly tai sitä lähestyvät algoritmit ovat myös profiloineet käyttäjiä ja valinneet tämän perusteella uutisia, sosiaalisen median viestejä, mainoksia tai tarjouksia.

Koneiden kyky nopeaan reagointiin on havaittu olennaiseksi pörssikaupassa, jossa kurssit muuttuvat hyvin nopeasti hyvien tai huonojen uutisten tullessa. Tekoäly kykenee reagoimaan näihin hyvin paljon ihmistä nopeammin ja nopeuden myönteinen vaikutus on usein suurempi kuin tulkintavirheiden todennäköisyys ja haitta. Koneiden osuus pörssikaupasta on jo hallitseva. Koneiden rooli muussa kaupassa on myös selvässä kasvussa.

Verkkokauppa on laajentunut nopeasti palveluiden kaupasta tavarakauppaan. Logistiikan kehittyminen, suuri valikoima, vertaisarvioiden luotettavuus ja tottumus ovat vauhdittaneet kasvua. Tyypillinen verkkokauppa asettaa tuotteet näkyville joko vakioryhmiin tai profiloinnin ja muiden samankaltaisten asiakkaiden mieltymysten mukaan. Uutena toimintatapana asiakkaan oma AI-assistentti hakee verkosta tuotteita asiakkaan toiveiden mukaan ja keskustelelee niistä hänen kanssaan. Asiakas ei välttämättä itse enää edes näe verkkokaupan sivuja. B2B-verkkokaupan merkitys on kasvussa ja automaatioaste suuri. Osa tukkuliikkeistä ei juurikaan enää poikkeakaan tekoälyn ohjaamasta pilvipalvelusta.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi perustuu tietotekniikkayhtiöiden kilpailuun, verkkokaupan kilpailuun ja asiakaskysyntään. Akateemisella tutkimuksella ja startup-yrityksillä on selkeä, mutta vähäisempi rooli.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 93																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	5	3	5	5	1	5	20	5	5	3	0	3	1	0	0	5	5	0	5	****405

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi ja perustettu verkkokaupan kasvaessa ja koneiden osallistuessa vaihdannan päätöksiin yhä useammin.

EU:n maksupalveludirektiivi PSD2 avaa monille toimijoille suoran pääsyn asiakkaan tilitietoihin. Tämä tulee nopeuttamaan verkkokaupan ja erityisesti asiakkaan omien AI-

assistenttien kehitystä. AI-assistentit ovat jo yleistyneet nopeasti, merkittävimpiä toimijoita ovat Google, Apple, Amazon ja Microsoft. Google Assistant kykenee asioimaan Walmartissa.

Lyft on kehittänyt rajapinnan, jonka avulla voi tilata ja maksaa robottitaksin. GM, Ford ja useat muut ovat ilmoittaneet tukevasa sitä. Robottitaksin täydellistä autonomiaa on konseptoitu. Robotti etsii ja laskuttaisi kyytinsä, maksaisi omat kulunsa ja toimisi ikään kuin yrittäjä.

Ruoan säilytys kuukausien ajan tuoreena huoneenlämmössä saattaa muuttaa olennaisesti elintarvikkeiden verkkokauppaa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (093)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
MATS-säilötty ruoka maukasta, huoneenlämmössä vuoden	http://fortune.com/2017/08/11/amazon-whole-foods-home-meals/
PSD2-EU:n pankkidirektiivi - laajat maksuliikennevaikutukset	https://transferwise.com/gb/blog/what-is-psd2
AI-assistenttien yleistyminen haastaa markkinoinnin	https://www.inc.com/bill-carmody/fast-adoption-of-ai-leaves-many-marketers-scrambli.html
Fordin robottiauto v. 2021 Lyftin rajapinnasta tilattavissa	https://www.theverge.com/2017/9/27/16373574/ford-lyft-self-driving-car-partnership-gm
Google Assistant & Walmart - puhuva verkkokauppa	https://blog.walmart.com/innovation/20170823/walmart-google-partner-to-make-shopping-even-easier-heres-how
Robottiautojen itseomistus - autonominen yrittäjyys	http://www.bbc.com/news/technology-30998361
Autonomisten laitteiden välinen talous - tc nyt liian iso	http://www.impactlab.net/2014/09/19/micro-payments-between-connected-devices-could-enable-a-new-layer-of-the-economy/

2.10.94 Globaali langaton laajakaista (094) ****

Teknologiakorin kohdealue: Lähes kaikki laitteemme ovat globaaleja sarjavalmistettuja tuotteita. Yhä useammin ne vaativat tietoliikennesyhteyden toimiakseen. Jotta tuotteita voisi kätevästi käyttää, tarvitaan sekä langattomia että langallisia tietoliikennestandardeja. Globaalien rajapintojen valtavirrasta ja ominaisuudet otetaan tavallisesti huomioon tuotesuunnittelussa ja muiden yhteystapojen käyttö saattaa olla ongelmallista tai mahdotonta.

Kehityksen yleiskuvaus: Autojen väliseen kommunikaatioon on ryhdytty kehittämään valmistajien yhteisiä menettelyitä. 5G-verkkojen kehityksessä huomioidaan erityisesti IoT-kehityksen myötä räjähdysmäisesti kasvava langattomien antureiden määrä sekä audiovisuaalisen informaation aiheuttama kapasiteettitarpeen kasvu ja monien robottien tarve alhaiseen latenssiin.

Maanpäällisiä robotteja ohjataan satelliiteista käsin ja avaruudessa toimivaa internet-protokollaa on myös kehitetty. Esteenä nykyisten protokollien käytölle avaruuden etäisyyksillä

ja jopa maan päältä geostationariselle kiertoradalle saakka on laitteita häiritsevä, pitkä viive datapakettien saapumiskuitauksessa.

Useat eri toimijat ovat edenneet hankkeissa luoda globaali internet-verkko matalan kierto-
radan satelliittien, yläilmakehän ilmapallojen tai aurinkoenergiaa käyttävien lentokonei-
den avulla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Tietoliikennesektori on hyvin kilpailtu alue. Verkkolaite-
toimittajat, satelliittien laukaisijat ja suuret tietoliikenteen käyttäjät kehittävät sekä stan-
dardeja, laitteistoja että palveluita kilpailullisista ja uusiin liiketoiminta-alueisiin tähtää-
vistä motiiveista. Akateeminen tutkimus edistää hankkeita epäsuorasti ja pidemmällä täh-
täimellä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 94																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	5	5	0	0	0	0	10	3	5	5	3	0	1	5	5	5	5	5	5	5	****360

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin lähinnä vastaava kori on
2.100 Robottiverkko ja se sijoittui kolmanteen ryhmään. Nokia on nyt julkaissut 5G verkon
valkoisen paperin. Aikataululupauksia 5G-verkon kokeiluista on esitetty. Alphabet on ke-
hittämässä millimetriaalloilla toimivaa Skybender-yhteyttä. Tavoitteena on suunnattu, lan-
gaton 1Gb/s-yhteys. Yhteenlaskettu 1,59 Gb/s nopeus on saavutettu 5G-verkossa 20MHz
kaistalla yhdestä antennista useisiin päätelaitteisiin. Autojen väliseen kommunikointiin on
suunniteltu LTE- ja 5G-yhteyksiä.

OneWeb on saanut \$1.7MRD rahoituksen ja aikoo avata satelliitti-internet-yhteydet tarjoa-
van palvelunsa vuonna 2019. Google, Facebook ja useat muut tahot suunnittelevat sekä sa-
telliitteihin, ultrakevyisiin lentokoneisiin tai ilmapalloihin perustuvia järjestelmiä internet-
yhteyksien tarjoamiseen nykyisten yhteyksien ulkopuolelle jääville ihmisille ja laitteille,
jotka vaativat jatkuvan globaalin yhteyden.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (094)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
FCC: Tuhansia satelliitteja pyrki- mässä radiotaajuuksille	http://spacenews.com/fcc-gets-five-new-applications-for-non-geostationary-satellite-constellations/
Googlen Skybender 5G, mm-aal- lot käyttöön, Centaur, Titan	http://indianexpress.com/article/technology/tech-news-technology/google-project-skybender-5g-internet-planes/
Alphabet lupaa suunnattua 1Gb:n langatonta yhteyttä	http://www.wsj.com/articles/alphabet-looks-to-wirelessly-connect-homes-to-internet-1465417866
Nokia 5G White-Paper	https://networks.nokia.com/solutions/white-papers/5G-technical-white-papers
OneWorld saanut \$1.7MRD ra- hoituksen satelliitteilleen	https://techcrunch.com/2017/11/07/oneweb-is-a-step-closer-to-bringing-its-global-satellite-based-internet-services-to-earth/
Avaruuden internet, latenssion- gelman käsittely	https://tools.ietf.org/html/rfc4838

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (094)	
Langaton optinen FSOC-verkko 12 miljoonalle intialaiselle	http://www.mwee.com/news/google-replaces-fibre-connectivity-free-space-optics
1Gb/s ylitetty 20MHz kaistalla 5G-verkossa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/uob-bal032316.php
Autojen välinen kommunikointi, LTE, 5G-rooli	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/infrastructure/cars-talk-to-cars-on-the-autobahn
5G-verkot, kalvoesitys	https://www.facebook.com/ZTECorp/photos/pcb.755127304567731/755126827901112/?type=3
5G, IOT-tilanne 2016	http://www.techweekeurope.co.uk/networks/voip/mobile-telecoms-predictions-2016-182776

2.10.95 Pilvilaskenta- ja -tallennuspalvelut (095) *****

Teknologiakorin kohdealue: Tietokoneet, älypuhelimet ja muut internetiin kytketyt laitteet ovat muistikapasiteetiltaan ja käsittelynopeudeltaan rajallisia. Nopean tietoliikenneyhteyden avulla päätelaite voi nojautua verkossa olevaan yhteiseen laskenta- ja muistikapasiteettiin. Nykyiset sovellukset toimivatkin usein siten, että tulokset lasketaan verkon palvelimissa ja ainoastaan esitetään käyttäjän päätelaitteessa.

Puhutaan pilvipalveluista, jolla käsitteellä tarkoitetaan niin pilvessä olevaa laskentakapasiteettia kuin tallennuskapasiteettiakin ja erilaisia sovelluksia. Laskentakapasiteettia siirretään monien käyttäjäorganisaatioiden omista konesaleista palveluntarjoajien pilveen ylläpitokustannusten säästämiseksi, kuormituksen tasaamiseksi ja laitehankintaan liittyvien riskien ja pääomantarpeen minimoimiseksi.

Kehityksen yleiskuvaus: Pilvipalvelut ovat nopeasti muuttuneet valtavirraksi. Sekä tallennuskapasiteettia että laskentakapasiteettia voi vuokrata kätevästi ja tarpeen mukaan. Tämä edellyttää, että sovellukset noudattavat virtualisoitujen palvelinten ja työasemien rajapintoja. Pilvipalveluita syntyy yhä enemmän myös sovellustasolla. Yhä useammat koneet ja laitteet sisältävät sellaisia toiminnallisia ominaisuuksia, jotka toteutetaan pilvipalveluiden avulla.

Pilvipalveluissa käytetyn tallennustilan vuosikustannus on dramaattisimman asiantuntijaennusteen mukaan laskemassa 97% eli kolmanteenkymmenenteen osaan vuodesta 2015 vuoteen 2020. Arvio perustuu uuden kustannustehokkaan muistitekniikan yleistymiseen.

Pilvilaskennan uusi suunta on erityisprosessoreissa, joita tarvitaan tehokkaaseen tekoälyyn tai kvanttilaskentaan. Pilvipalveluna tarjotaan näiden erityisprosessoreiden laskentakapasiteettia, josta asiakas maksaa käytetyn laskentatehon ja ajan mukaan.

Pilvipalveluiden käyttöön liittyy mutkikkaita tietoturvakysymyksiä. Laskenta tai tiedon varastointi tapahtuu toisen osapuolen koneissa. Koneet ovat mahdollisesti toisen valtion alueella ja tämän lainsäädännön piirissä. Pilvipalveluun liittyy myös tietoliikenteen aiheuttama latenssi. Latenssin vähentämiseksi pilvipalveluita on pyritty hajauttamaan lähemmäs käyttäjiä.

Laskennallisten ja tietohakuja sisältävien tehtävien kannalta pilvipalvelu on erittäin tehokas ja nopea, koska se tavallisesti sijaitsee nopean yhteyden varressa ja tehokkaassa laskentakeskuksessa. Se saa verkosta käyttöönsä sovelluksen tarvitsemat tiedot päätelaitetta nopeammin ja laskee ne myös nopeammin. Yhteisiä tietoja ei varastoida kuhunkin päätelaitteeseen erikseen.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Ala on erittäin kilpailtu. Kehitys on kaupallisesti motivoitua sekä elektroniikkateollisuuden että palveluntarjoajien piirissä. Palveluntarjoajat myös kehittävät elektroniikkaa kilpaillen varsinaisen elektroniikkateollisuuden kanssa. Akateemisella tutkimuksella on lähinnä epäsuora ja komponenttitekniologiaa pitkällä tähtäimellä edistävä merkitys.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 95																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
7	3	5	5	5	1	0	0	10	3	3	3	0	0	3	0	3	3	5	0	5	****399

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Edellisen raportin vastaava kohta oli 2.28 Pilvilaskenta, massiivinen keskitetty data ja prosessointiteho ja se sijoittui korkeimpaan ryhmään. Massiivisen datan eli Big Datan alue on jaettu tekoälyyn liittyviin koreihin, koska aihealue kasvoi liian suureksi.

Pilvipalveluiden laajuus on nyt noin 300 miljardia dollaria ja sen arvioidaan edelleen kasvavan nopeasti. Yleistymisen lisäksi myös laadullinen kehitys on ollut merkittävää. Nand Flash syrjäyttäneet levymuistit. Pilvipalveluiden muistikapasiteetin tuotantokustannuksen arvioidaan puoliintuvan vuosittain. Amazon tarjoaa Petaflopsin GPU-tehoa AI-sovelluksiin \$200 tuntihinnalla. IBM antaa kvanttietokoneen koekäyttöön pilvipalveluna.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (095)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Nand Flash muistin hinnanlasku nostaa pilvipalveluita	http://www.zdnet.com/article/enterprise-storage-trends-and-predictions/
Pilvilaskenta kasvaa radikaalisti muuta ICT:tä nopeammin	https://www.forbes.com/sites/louisacolumbus/2017/04/29/roundup-of-cloud-computing-forecasts-2017/
IBM:n 5bit kvanttietokone kokeiltavissa verkossa	http://www.wired.com/2016/05/ibm-letting-anyone-play-quantum-computer/
Amazon: Petaflops GPU \$200/h, 3v sopimuksella \$80/h	https://aws.amazon.com/about-aws/whats-new/2017/10/introducing-amazon-ec2-p3-instances/
Laskentatehon kehitystrendit	http://intelligence.org/2014/05/12/exponential-and-non-exponential/
IoT:n vuoksi laskenta siirty-mässä pilven reunalle	https://www.economist.com/news/business/21735022-rise-internet-things-one-reason-why-computing-emerging-centralised
Pilvilaskentapäätte Solu	https://www.kickstarter.com/projects/676993694/solu-a-new-breed-of-computing

2.10.96 AI:n tekemä globaali työ (096) ****

Teknologiakorin kohdealue: Voidaan miettiä sitä, tekevätkö koneet työtä vai ovatko ne vain käyttäjiensä tuottavuutta parantavia työkaluja. Tämä pohdinta helposti kadottaa jonkin olennaisen elementin tekoälyn, etävaikuttamisen ja pilvipalveluiden aikaansaamasta murroksesta. Ihmisen ja koneiden sekä etäisyyksien ja valtarakenteiden suhteissa tapahtuu muutoksia.

Tässä korissa tarkastellaan tekoälyn pääosin itsenäisesti ja globaalissa mittakaavassa suorittamaa työtä. Erityinen huomio on niissä työtehtävissä, jotka on toistaiseksi tehty paikallisten ihmisten johtamana, vaikka tietokoneita olisi käytetty apuna. Raportissa toisaalla käsiteltyyn alustatalouteen sisältyy tässä tarkoitettuja tehtäviä, kuten myös esimerkiksi tulkaukseen. Tässä huomio ei kuitenkaan ole tekemisen substanssissa vaan talousmaantieteessä.

Kehityksen yleiskuvaus: Tekoäly kehittyy nyt nopeasti pelien pelaajasta autonkuljettajaksi, kunnossapidon tarpeiden ennakoijaksi, pörssimeklariksi ja urheilu-uutisten toimittajaksi. Osa sovelluksista on hyvin kokeellisia, mutta tekoälyksi laskettavat sovellukset suorittavat jo monia sellaisia tehtäviä, joista aiemmin on vastannut ihminen.

Joissakin tehtävissä tekoäly voidaan opettaa synteettisesti luodulla aineistolla. Toiset vaativat hyvin laajan ja mahdollisesti jatkuvasti uudistuvan opetusaineiston sekä runsaasti käyttäjäpalautetta. Tämänkaltainen laaja tarve synnyttää mittakaavaetuja. Jos kehitystyö on mittavaa ja helposti sovitettavissa kansallisiin erityispiirteisiin, jää markkinoille alkuvaiheen kehityksen jälkeen vain harvoja globaaleja toimijoita. Mikäli näiden kustannustehokkuus on olennaisesti vastaavan tehtävän ihmistyötä parempi, korvautuu paikallinen ihmistyö globaalin tekoälyn palveluilla.

Ensimmäiset vaikutukset paikallisen työn siirtymisestä globaaliksi on nähty median, verkokaupan ja alustatalouden piirissä, kun mainosten sijoittelu sekä tavaroiden ja palveluiden tilaaminen ovat vähittäin siirtymässä kansainvälisille alustoille, vaikka osa työstä suoritettaisiin kohdemaissa. Paikalliset matkatoimistot ovat myös selkeä kärsijä. EU:n maksupalveludirektiivin odotetaan johtavan vastaaviin vaikutuksiin pankkialalla.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Kehitysmotiivi on merkittävä alustaliiketoiminnan kehittäjillä, finanssialan toimijoilla, älykkäitä assistentteja kehittäville tietotekniikkayrityksillä ja riskisijoittajien rahoittamilla startup-yrityksillä. Joukkorahoitus on potentiaalinen ja käytetty kanava erityisesti mittaus- ja analysointitehtävissä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 96																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	10	10	5	5	0	3	3	10	20	5	5	10	3	5	20	5	5	10	5	20	****636

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi ja on perustettu mahdollisilta vaikutuksiltaan merkittävän uuden trendin seuraamiseksi. Globaalit teknologiajätit investoivat \$20-\$30 miljardia dollaria tekoälyn kehittämiseen ja käyttöönottoon palveluidensa

parantamiseksi McKinseyn raportin mukaan. Netflix arvioi AI:n käyttöönnoton parantaneen vuosiliikevaihtoaan miljardilla dollarilla.

PwC arvioi AI:n kasvattavan maailmantaloutta lähes kuudellatoistatuhannella miljardilla dollarilla vuoteen 2030 mennessä. Karkeasti puolet tästä kasvusta ennakoidaan syntyvät tuottavuuden noususta toisen puolen syntyessä AI-pohjaisista kuluttajatuotteista ja palveluista erityisesti terveydenhuollon, finanssisektorin ja autoteollisuuden piirissä. Accenture ennakoi pankkiasioinnin muuttuvan kolmen vuoden kuluessa AI-pohjaiseksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (096)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
PwC: AI kasvattaa maailmantaloutta 16.000MRD 2030 mennessä	https://qz.com/1015698/pwc-ai-could-increase-global-gdp-by-15-7-trillion-by-2030-with-much-of-the-gains-in-china/
Teknologiajäteiltä \$20-30MRD AI-palveluihin	https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/07/09/mckinseys-state-of-machine-learning-and-ai-2017/
Accenture: pankkiasiointi AI-pohjaiseksi 3:ssa vuodessa	http://www.cnn.com/2017/03/28/ai-to-become-main-way-banks-interact-with-customers.html
UK tarkastelee AI:n työpaikkavaikutuksia	http://www.zdnet.com/article/uk-looks-at-impact-of-ai-and-robotics-on-jobs-and-society/
Katsaus AI:n juridisiin ja julkisiin vaikutuksiin	https://ainowinstitute.org/
Digitaalitalouden vaikutuksia tutkittu	https://www.weforum.org/agenda/2016/10/why-politicians-shouldnt-forget-about-the-digital-economy
Tekoäly vaikuttaa matkatoimistojen työhön	https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/17/holidays-travel-automated-lastminute-expedia-skyscanner

2.10.97 P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju (097) ***

Teknologiakorin kohdealue: Ihmisten ja organisaatioiden väliset sopimukset voidaan kiistää tai väärentää. Tärkeimmät sopimukset on tapana varmentaa luotetun kolmannen osapuolen, tyypillisesti viranomaisen toimesta. Monien organisaatioiden tärkein tehtävä onkin hallita se, kenellä on kuhunkin asiaan minkäkin kaltainen oikeus tai velvollisuus.

Asiakirjan aitous ja allekirjoituksen autenttisuus ovat tärkeimmät varmennettavat asiat sopimuksissa ja niihin liittyvissä transaktioissa. Mikäli nämä ovat helposti ja kiistämättömästi todettavissa sopijaosapuolten kesken, ei keskitettyjen ja pääosin kansallisten organisaatioiden usein hitaita ja kankeita palveluita tarvita. Tässä korissa käsitellään lohkoketjuteknologiaa ja muuhun hajautukseen perustuvia ratkaisuja asiakirjojen ja niihin liittyvien transaktioiden yksityisyyden ja aitouden varmentamisessa.

Kehityksen yleiskuvaus: Lohkoketjuteknologia perustuu salakirjoitettuun lokiin, joka jaetaan osapuolille. Uusia transaktioita lisätään lohkoina, joihin sisältyy tiivistelmä edellisistä tapahtumista. Ketju voi haarautua, mutta aiempia lohkoja ei voida väärentää murtamatta ketjun salausta alusta alkaen.

Lohkoketju soveltuu hyvin monenlaisten rekistereiden ja transaktioiden hajautettuun ja luotettavaan ylläpitoon. Lohkoketjujen vaatima laskentakapasiteetti kasvaa sekä tapahtumamäärän että osapuolten määrän mukaan. Ensimmäisten lohkoketjutoteutusten tehottomuutta on kritisoitu.

Lohkoketjun maine on kasvanut yhdessä Bitcoinin kanssa, mutta monet tahot ovat kehittä-mässä keskenään hyvinkin erityyppisiä ja alkuperäisestä sovelluksesta poikkeavia järjes-telmiä lohkoketjuteknologian avulla. Kiinassa esimerkiksi digitaalikaupunkihankkeessa lohkoketjun avulla jaetaan käyttöoikeuksia ja suoritetaan käytönvalvontaa. Lohkoketjuja aiotaan käyttää myös osakekauppaan ja muuhun arvopaperikauppaan sekä puhelinkeskus-teluiden lokitietojen varmistamiseen.

IBM tukee Linux Foundationin hanketta kehittää avoimen koodin alusta lohkoketjuille. Alustahankkeita ja markkinoilla jo olevia yleiskäyttöisiä lohkoketjutoteutuksia on useita. Alue laajenee nopeasti. Sen vaikutukset hallinnon rationalisointiin sekä perinteisten orga-nisaatioiden valta- ja valvontarakenteiden ohittamiseen on suuri.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Suurin lohkoketjujen kehitysmotiivi on finanssialan yrityk-sillä ja tietotekniikkayhtiöillä. Julkiset toimijat seuraavat asiaa aktiivisesti. Akateeminen tutkimus on toistaiseksi vähäistä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 97																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
6	0	5	5	3	1	3	3	10	5	3	0	0	0	1	3	0	5	3	0	5	***330

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi ja syntynyt, kun Bitcoin-kryp-tovaluutan pohjalla olevaa teknologiaa ryhdyttiin soveltamaan laajemmin. Blockchain -ni-mellä eli lohkoketjuina tunnettu järjestelmä soveltuu asiakirjojen aitouden hajautettuun varmentamiseen ja transaktioketjujen luotettavaan todentamiseen.

Potentiaalisia sovelluksia on esitelty runsaasti, mutta käytännön valmiita, laajamittaisia so-velluksia on markkinoilla vain kourallinen. Ethereum on kasvanut Bitcoinin rinnalle omaksi kryptovaluutakseen ja tämän lisäksi merkittäväksi julkiseksi lohkoketjualustaksi muihin sovelluksiin. Ethereum-sovelluksia on toiminnassa noin 240 vuoden 2017 lopussa. Nämä ovat suurelta osin pienimuotoisia pelejä ja muita kokeellisia sosiaalisia sovelluksia. Ethe-reumissa voidaan asettaa transaktioille erityisvaatimuksia.

Finanssiala on kahdessa eri allianssissa kehittänyt Hyperledger- ja Corda- lohkoketjualus-tat, joista Corda on siirretty avoimen lähdekoodin lisenssille. Sovereign on kehittänyt loh-koketjusovelluksen äänestämiseen. Tunisia kokeilee lohkoketjupohjaista valuuttaa. IBM osallistuu Suomessa lohkoketjupohjaiseen logistiikkahankkeeseen. Keskuspankit pohtivat lohkoketjuvaluuttaa.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (097)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Pankkien Corda-lohkoketju avoimeen koodiin	http://www.reuters.com/article/us-banks-blockchain-r3-exclusive-idUSKCN12K17E
Luottamusverkkoalusta Ethereum (lohkoketju)	https://www.ethereum.org/
Bitcoin-laskennan energiankulutus kasvaa nopeasti	https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption
Pankkien lohkoketjuhanke (Hyperledger)	http://www.coindesk.com/hyperledger-technical-steering-committee/
Ethereumille 242 toimivaa sovellusta, satoja kehityksessä	https://www.stateofthedapps.com/
Lohkoketjupohjainen äänestysjärjestelmä	https://www.newscientist.com/article/mg23531424-500-bitcoin-tech-to-put-political-power-in-the-hands-of-voters/
Ethereumin, Hyperledgerin ja Cordan vertailu	https://medium.com/@philippsandner/comparison-of-ethereum-hyperledger-fabric-and-corda-21c1bb9442f6
Blockchain-sovelluksia, useita linkkejä	http://www.ibtimes.co.uk/factom-signs-smart-city-deal-roll-out-blockchain-verification-across-china-1542059
Blockchain-luottamusrakenteita, useita linkkejä	https://techcrunch.com/2016/02/03/lets-be-honest-about-the-problems-with-blockchain-and-finance/
Blockchain logistiikkaratkaisuu (Kouvola innovation, IBM)	http://www.kinno.fi/article/teknologiajatti-ibm-ja-kouvola-innovation-yhteistyohon-kehitteilla-teollisen-internetin
Sähköisen äänestyksen kannatus kasvaa	https://www.itnews.com.au/news/nsw-electoral-commission-given-54m-to-rebuild-ivote-465738
Lohkoketju logistiikkasopimuksia varmentamassa	https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-23/cotton-bales-7-000-mile-trip-heralds-blockchain-future-in-trade?bco-mANews=true
IBM: lohkoketju markkinointia tehostamaan	https://digiday.com/marketing/programmatic-dumb-system-doesnt-learn-ibm-cmo-michelle-peluso-using-ai-blockchain-clean-media/
Tunisian postille Blockchain-rahaa	https://www.coindesk.com/tunisian-post-office-trials-crypto-powered-payments-app/
Lohkoketjuvaluutta keskuspankeille?	https://www.technologyreview.com/s/600980/a-bitcoin-style-currency-for-central-banks/
Ethereum-lohkoketjusovellus vihanneskauppaan	https://tokenmarket.net/blockchain/ethereum/assets/ins-ecosystem/

2.10.98 Digitaide- ja digielämysalustat (098) ***

Teknologiakorin kohdealue: Digitalisaatio keinoälyineen, robotteineen ja virtuaalitodellisuuksineen luo uusia välineitä taiteen ja muiden elämysten tuottamiseen. Radikaalit teknologiat mahdollistavat täysin uusia taide- ja viihdemuotoja. Ne myös mahdollistavat aiempien teosten helpon kopioinnin ja kokemisen virtuaalisesti. Tämä kehitys synnyttää uusia, luonteeltaan globaaleja teknologisia rajapintoja jakelutoiminnan, sovellusten, tallenteiden ja päätelaitteiden väliin.

Kehityksen yleiskuvaus: 3D-tulostus on vakiinnuttanut asemansa. Tarjolla on useita globaaleja ja paikallisia palveluita, kuten Shapeways, jonne taiteilija voi asettaa muotoilemansa esineen 3D-mallin tarjolle ja asiakas voi sen sieltä tilata itselleen tulostettuna. Tämän voivat tehdä myös taideteosten kopioijat. Muotoilijat eivät enää joudu sopeutumaan teollisten valmistajien ehtoihin tai rajoituksiin, koska palveluntarjoajat suostuvat tulostamaan kaiken. 3D-tulostimet mahdollistavat myös hyvin monimutkaisten ja toiminnallisten esineiden edullisen valmistuksen. Kineettinen taide on yksi hyötyjistä.

Pelit ja pelinomaiset maailmat ovat muuttuneet kolmiulotteisiksi. Blender ja lukuisat muut 3D-mallinnusohjelmat mahdollistavat yhä realistisempien ja vaikuttavampien 3D-animaatioiden teon ja sellaisten maailmojen luomisen, joihin ihminen voi virtuaalisesti astua sisään ja ryhtyä keskusteluun animoitujen hahmojen kanssa. Digitaalitekniikka mahdollistaa lisäksi yhä monimuotoisemmat ja realistisemmat äänimaisemat.

Robottiikka etenee kohti tanssivia ja muutoin liikkuvia koneita. Robotit voivat liikkua esteettisesti taivaalla, piirtää vaikuttavia kuvioita hiekkaan tai pursottaa ja asetella ruoan taiteellisesti tarjolle. Robotiikan avulla esteettisesti vaikuttavat ilmiöt ovat siirrettävissä fyysiseen maailmaan vuorovaikutteisesti ilman taiteilijan fyysistä läsnäoloa. Taiteilija voi nähdä ja kuulla yleisönsä ja reagoida tämän tuntemuksiin. Tekoäly voi pyrkiä matkimaan tätä.

Materiaalien 3D-tulostuksen avulla hajut ja maut voidaan välittää digitaalisesti. Geenien 3D-tulostus mahdollistaa myös biologisten ominaisuuksien jakelun ja bioteknisten materiaalien jakelun digitaalisesti.

Kehitys on toistaiseksi hajanaista. Kokemukset painotekniikan, soittimien, radion, television ja tietotekniikan vakiintumisesta osoittaa sisältötuotannon ohjaavan valmistajia kohti standardeja. Vuorovaikutteiset digitaaliset taideteokset ja muut elämykset ovat perustuneet käyttäjän vartalon ja käsien liikkeisiin sekä puheeseen. Tulevaisuudessa ne voivat perustua myös suoraan aivojen toimintaan. Kehitysmahdollisuudet ovat hyvin laajat.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Uusien keinojen kokeileminen on taiteilijoiden kokeilunhalun ja uusiutumishalun motivoimaa. Akateeminen motivaatio joissakin ilmaisun muodoissa on selkeä. Peliteollisuuden ja 3D-tulostuspalveluiden tarjoajien motivaatio on selkeä. Joukkorahoitus on luonnollinen kanava monenlaisiin hankkeisiin.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 98																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
4	3	0	3	3	0	0	5	5	5	3	5	0	0	3	3	10	3	0	5	3	***236

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Kori on uusi. Syväoppimiseen liittyvien läpimurtojen jälkeen CAN-tyyppistä tekoälyä on yhä useammin käytetty taiteellisesti vaikuttavien teosten luontiin. Googlen tekoäly kykenee luomaan tavanomaisista maisemakuvista kauliita. 3D-tulostimilla luodaan runsaasti kineettistä taidetta. Itsevalaisella nelikoptereilla korvattu ilotulitteet. Disney on esitellyt pyörivällä led-siivellä toimivan laajan näyttöpinnan. Ihmisen EEG on tuotettu reaaliaikaiseksi nettijulkaisuksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (098)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
AI luo taidetta (Creative Adversarial Networks, CAN)	https://arxiv.org/pdf/1706.07068.pdf
Google AI muokkaa Street View -kuvat esteettisen kauniiksi	http://www.diyphotography.net/google-ai-now-takes-professional-photos-based-street-view-images/
Robottikasvi teettää taiteilijoilla jälkeläisiä BC-sopimuksilla	https://singularityhub.com/2016/12/21/this-bitcoin-eating-plant-robot-hires-artists-to-make-its-babies/
Musiikin tulevaisuus	http://www.hs.fi/kulttuuri/a1390984545889
Brainternet - aivojen EEG reaalijassaa "nettijulkaisuksi"	http://www.wits.ac.za/news/latest-news/research-news/2017/2017-09/can-you-read-my-mind
Nelikopterit korvaavat ilotulitteet	https://www.facebook.com/thisisinsider/videos/1506168603023866/?fref=nf
1218 dronen show - nelikopteritaidetta	https://www.wired.com/story/olympics-opening-ceremony-drone-show/
Disney: Pyörivällä led-siivellä laaja näyttöpinta	https://www.facebook.com/techinsider/videos/877767765754914/
Muotoilun merkitys - kaupunkituulimyllypuut	https://www.facebook.com/NowThisNews/videos/752323541524439/?fref=nf
3D-tulostettua kineettistä taidetta	http://www.uusisuomi.fi/kulttuuri/76636-3d-tulostuksella-luotiin-huimaava-naky-avaa-isoksi-ja-nauti
VR-elämys/viihdekeskus VOID	http://thevoid.com/
3D-tulostettu kangas&sensorit terapiakäytössä	https://www.facebook.com/MicMedia/videos/1277499499026746/

2.10.99 MyData & GDPR (099) ***

Teknologiakorin kohdealue: Monet tiedot ovat arvokkaita. Tieto yksilön luonteesta, kulutustottumuksista ja elämäntilanteesta auttaa kohdistamaan markkinointia ja muita viestejä tehokkaasti. Tieto voi myös altistaa hyväksikäytölle ja vaaroille. Euroopassa on laajalle levinnyt ajatus siitä, että yksilöllä on oikeus määrätä itseään koskevista tiedoista.

Tämä ajatus kulkee nimellä MyData tai Omadata ja se on pikemmin suuntaus kuin selkeä toimintatapa. Monet tiedot koskevat kahdenvälisiä sopimuksellisia transaktioita eikä ole yksiselitteistä kuuluuko esimerkiksi huoltotyön suoritustapa huoltokohteessa enemmän huoltomiehelle vai asiakkaalle.

Kehityksen yleiskuvaus: OmaData / MyData on suuntaus ja avoimen kehityksen hanke yhteisten rajapintojen luomiseksi siihen tarkoitukseen, että kansalainen voisi omistaa ja hallita niitä itseään koskevia tietoja, joita eri organisaatiot ovat häneen liittyen henkilökistereihinsä keränneet.

MyData -kehityksellä voi olla merkittävä arvo kansantaloudelle esimerkiksi sähköisen kaupan lukintojen poistajana, Facebookin kaltaisten toimijoiden valta-aseman kyseenalaistajina ja tietojen siirrettävyyden helpottajina. Lisäksi arki voi sujuvoitua ja oikeudenmukaisuuden tai hallinnan tunne kasvaa.

General Data Protection Act, GDPR, on EU:n tietosuoja-asetus. Se määrää monella eri tavalla henkilötietojen säilytyksestä ja luovutuksesta MyData-henkisesti. Asetus on astunut voimaan ja organisaatioiden on se tietojärjestelmiinsä EU:n alueella implementoitava. Rikkomuksista voi seurata hyvin suuri, liikevaihtoon perustuva sanktio.

Resursointi ja kehitysmotiivi: EU:n alueella kehitys on hallinnon ohjaamaa tai pakottamaa ja yritykset kehittävät tietojärjestelmiään nopeasti vastaamaan GDPR-vaatimuksia. Muu MyData -kehitys voi edetä tämän työn perusteella.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 99																						
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa	
5	1	3	3	5	0	0	3	10	3	5	0	1	0	5	0	3	5	3	0	5	***275	

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi. MyData -yhteisö on kasvanut mittavaksi liikkeeksi ja Suomessa teema on nostettu hallitusohjelman osaksi. GDPR on laadittu ja astunut voimaan edellisen raportin jälkeen. Vaikutuksista odotetaan mittavia sekä nykyisten tietojärjestelmien muutoksina että uusina liiketoimintamahdollisuuksina tietojen siirrettävyyksivaatimusten vuoksi.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (099)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
GDPR saattaa kasvattaa tietoturvojen lunnasvaatimuksia	http://www.computerweekly.com/news/450430554/GDPR-could-ramp-up-cyber-extortion-demands-warns-researcher
GDPR voi huonosti muotoiltuna haitata AI-kehitystä	https://www.wired.com/story/dont-make-ai-artificially-stupid-in-the-name-of-transparency/
Liikennedatan ekosysteemi	http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/Its_2014-42_liikenne-tiedon_visiot_web.pdf
MyDatan arvo kansantaloudelle	http://www.libertyglobal.com/PDF/public-policy/The-Value-of-Our-Digital-Identity.pdf
MyData hallitusohjelmassa	http://fi.okfn.org/2015/05/29/mydata-mukana-strategisessa-hallitusohjelmassa/
MyData -ajatusten esittelyä	http://www.hs.fi/paakirjoitukset/a1402548692688?jako=95b0ef985b6f760000529c9bb30bf7da

2.10.100 AR/VR-alustat ja sisältöstandardit (100) ***

Teknologiakorin kohdealue: Laajennettu ja virtuaalinen todellisuus ovat ennusteiden mukaan kasvamassa hyvin mittavaksi liiketoiminnaksi. Kyse on ennen kaikkea sisältöliiketoiminnasta, elämysten, opetuksen ja muiden vuorovaikutustapojen puitteissa. Kyse on myös kokonaan uudesta tavasta käyttää tietojärjestelmiä, internetiin kytkettyjä elektronikkalaitteita ja tehdä havaintoja ympäristöstä.

Tämän uuden ympäristön laitekehitys on nopeassa läpimurtovaiheessa. Ohjelmistoja on toistaiseksi kehitetty kullekin laitteelle erikseen, mutta rajapintojen standardoituminen on

odotettavissa. Markkina suosii laitteita, joille on saatavilla eniten sisältöä ja siitä syntyy itseään ruokkiva kierre. Tämä kori käsittelee AR/VR-alustakehitystä standardoitumisen näkökulmasta.

Kehityksen yleiskuvaus: VR-lasien ja AR-lasien tekninen kehitys on kuvattu toisaalla tässä raportissa koreissa 19 ja 20. Merkittävimmät VR-lasien toimittajat ovat nyt Facebookin omistama Oculus ja HTC, joilla kummallakin on laitekohtainen oma kehitysympäristönsä.

Markkinoille on juuri tullut Microsoftin ja Intelin yhteiseen määrittelyyn pohjautuvia Windows 10 -yhteensopivia laitteita useilta merkittäviltä valmistajilta. Google on esitellyt oman DayDream-ympäristönsä Android-puhelimia käyttäviin laitteisiin. Unity-ympäristö on alun perin 3D-peleihin suunniteltu niin sanottu pelimoottori. Sitä voidaan käyttää osana useimpiin VR-maailmoihin tehtyjä sovelluksia.

Laajennetun todellisuuden sovelluksia käytetään AR-lasien lisäksi myös tavallisilla mobiililaitteilla. Mobiililaitteet näyttävän laajennetun todellisuuden elementit takanaan ikään kuin ruudun läpi katsottuna. Ensimmäinen suosittu AR-sovellus oli SkyMap, joka näytti tähtitaivasta katsottaessa tähtikuvioiden ja planeettojen nimet. Seuraava kohusovellus oli Pokemon -peli. AR-sovellusten määrä lisääntyy nopeasti. Applen kehitysympäristö on ARKit, Google on julkaissut ARCore-kehitysympäristön.

Microsoftin Hololens-sovelluskehitys ja muiden Microsoftin ja Intelin yhteisen alustan mukaisten Mixed Reality-lasien kehitys tapahtuu samassa Windows 10 -ympäristössä kuin vastaavien VR-lasien sovellusten kehitys. AR-lasien kohutulokas, miljardirahoituksen saanut Magic Leap on myös julkaissut tuotteensa kehitysversion ominaisuuksia ja kertonut sen tulevan myyntiin vuonna 2018.

AR/VR-maailma on toistaiseksi laitekeskeinen. Sovellukset ovat pelejä, asiantuntijasovelluksia ja muita kapea-alaisia ohjelmistoja. Aiemmista vastaavista murroksista voidaan päätellä, että asiantuntijakäyttö voi eriytyä laitteittain ja joku asiantuntijaryhmä voi jäädä pitkäksi ajaksi kapeaan markkinasegmenttiin jäävän laitteen käyttäjäksi.

Yleiset viihteen ja elämysten sovellukset, mutta erityisesti yhteiset kokemusmaailmat ja viestinnälliset sovellukset johtavat polarisaatioon. Laajimman sisältötarjonnan alusta saa suurimman käyttäjäkunnan ja entistä enemmän sisältöä; kehitys vahvistaa itseään. On siis todennäköistä, että kovin monia keskenään epäyhteensopivia alustoja ei jää markkinoille pitkäksi ajaksi. Toisaalta voidaan sanoa, että VR/AR-sisällön alustatason standardoitumisella on merkittäviä vaikutuksia ja keskeisin niistä on sisältökehityksen ja oheislaittekehityksen kiihtyminen.

Resursointi ja kehitysmotiivi: Alustakehitys on erittäin kilpailtu alue ja tietotekniikkayritysten motiivi sen kehittämiseen on erittäin suuri ja rahoitus jatkuvasti merkittävä. Riskijoittajien rahoitus on myös merkittävä.

Arvonluontiverkostovaikutukset, kori 100																					
Maturiteetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Summa
5	3	3	3	3	0	0	3	3	5	0	5	0	0	10	0	5	1	3	0	0	***235

Eteneminen edellisen raportin jälkeen: Tämä kori on uusi ja perustettu, koska AR/VR -alustojen vakiintuminen tulee vaikuttamaan laajasti tietotekniikan käyttöön. Apple ARKit, Google ARCore, MS Mixed Reality Windows 10 -kehitysympäristö ovat kaikki julkaistu vastikään. Unity on kymmenen vuoden ikäinen ja sille on jo laaja sovelluskanta. Unity on sovitettu keskeisiin AR- ja VR-ympäristöihin.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (100)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
MS Mixed Reality - softa-alusta AR&VR	http://uk.pcmag.com/feature/88781/microsofts-mixed-reality-plans-go-far-beyond-hololens
AR-tekijänoikeusongelmia kamerasta	http://www.gamesindustry.biz/articles/2016-10-20-pok-mon-go-is-just-the-beginning-of-an-absurd-copyright-struggle-in-ar
Googlen Daydream ja ARCore etenevät AR-kehityksessä	https://www.engadget.com/2017/10/05/google-ar-ambitions/
IEEE käynnistää VR/AR-standardoinnin	https://www.theverge.com/2017/5/10/15605472/ieee-standards-association-ar-vr-working-group

2.101 Sekalaisia haastajia (101)

Osa kootuista havainnoista ei sovi edellä kuvattuihin teknologiakoreihin eikä yksinään nouse ainakaan vielä riittävän merkitykselliseksi, jotta ansaitsisi oman paikkansa listalla. Nämä haastajat on kuitenkin listattu tähän sekä yleisen mielenkiinnon vuoksi että tulevia tämän raportin mahdollisia versioita silmälläpitäen. Nämäkin ilmiöt voivat kasvaa tai kytkeytyä merkityksellisellä tavalla tuleviin muihin tärkeisiin havaintoihin.

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (101)	
Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki
Tehokas osmoosivoimala makean ja suolaisen veden rajalla	https://phys.org/news/2017-05-harnessing-energy-freshwater-saltwater.html
Videoiden salatallennus helpottuu	https://www.hs.fi/elama/art-2000002892344.html
FB avaa radikaalia käyttöliittymätutkimustaan	http://mashable.com/2017/04/19/facebook-brain-interface/
Suolilieve - uusi elin löydetty ihmisestä	http://www.sciencealert.com/it-s-official-a-brand-new-human-organ-has-been-classified
Kaksi apinaa kloonattu (sikiöstä), ihminen kloonattavissa?	https://www.nbcnews.com/news/world/chinese-scientists-clone-monkeys-break-barrier-human-cloning-n840736
Audioetäsensorit, HD-puhelu	http://spectrum.ieee.org/telecom/standards/full-hd-voice-will-soon-give-your-phone-an-audio-upgrade
Navaton pyörä	https://www.youtube.com/watch?v=cPsY2NfPJtw
Soijaöljyn kiinteytyminen ilman transrasvoja	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-12/ppc120116.php
Tulostus nanopinnoitteeseen UV-valolla, pyyhkiytyy lämmöllä	https://sciencealert.com/scientists-invent-a-new-way-of-printing-on-paper-with-light

Kiinnostavia lähteitä 2013 -raportin jälkeiseltä ajalta (101)	
Nopea ylläänikone	http://nextbigfuture.com/2015/11/skreemr-hypersonic-passenger-plane.html
Lyhytmuistin kemiallinen parannus metyleeninsinisellä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-06/rson-mbs062116.php
Superionic ice - veden uusin olomuoto vahvistettu	https://www.sciencealert.com/scientists-find-a-strange-new-form-of-superionic-water-ice
SR-72 lentonopeus 6 MACH, 4500MPH - arvelu	http://nordic.businessinsider.com/lockheed-martin-sr-72-fastest-plane-ever-71-blackbird-military-defense-tech-fastest-spy-plane-mach-2017-10
Melua poistava tekniikka kehitteillä	https://www.facebook.com/humansofthefuture/videos/679308942226788/
Rautapohjainen suprajohde 55K	https://www.nature.com/articles/s41535-017-0076-x
TED: Teknologialla kaupunkimukavuudet kaikkialle	https://www.ted.com/talks/julio_gil_future_tech_will_give_you_the_benefits_of_city_life_anywhere
Sähköhoito antibiootin sijaan	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/wsu-rda110915.php

3 Johtopäätökset ja tulokset

Maailma muuttuu jatkuvasti. Osa muutoksista leviää vaivatta erilaisiin yhteiskuntiin markkinatalouden keinoin. Toiset muutokset aiheuttavat paineita johtaen uhkiin ja mahdollisuuksiin sen mukaan, miten kukin valtio kykenee muuttamaan rakenteitaan ja kiinnittämään organisaatioiden ja kansalaisten huomion jo havaittavissa oleviin uusiin mahdollisuuksiin. Hallitsematon osaoptimointi estää monia muutoksia ja vaarantaa kehityskulkuja, jotka kokonaisuuden kannalta voisivat olla hyödyllisiä.

Alla olevassa taulukossa on kuvattu kymmenen tärkeää yleistä megatrendiä. Useimmat tämän raportin käsittelemät asiat sivuavat yhtä tai useampaa näistä, osa suuntaa vahvistaen, osa siihen sopeutuen ja osa megatrendien suuntaa kääntäen. Tämän raportin tarkastelujänne vuoteen 2037 on varsin lyhyt eikä merkittäviä muutoksia näihin megatrendeihin voi suurella todennäköisyydellä ennakoita.

Taulukko: Yleisten muutosten megatrenditaso

1. Globalisaatio etenee: tietoliikenne, virtuaaliläsnäolo, logistiikka, rajojen aukeaminen, pääomien ja osaamispääomien liike, työpaikkojen siirtyminen.
2. Väestön ja sen voimavarojen kehitys Suomessa ja EU:ssa: Väestö ikääntyy ja perhekokopienenee, ikääntyneet ovat yhä aktiivisempia. Terveys ja osaaminen paranevat Suomessa ja EU:ssa vähemmän kuin muualla.
3. Väestön ja sen voimavarojen kehitys muualla maailmassa: väestön kasvu jatkuu, mutta maiden väliset erot ovat suuret. Suurkaupungistuminen jatkuu. Väestön terveys- ja koulutus (osaamis)tasot paranevat.
4. Maailman valtateskusten muutokset: Aasian ja BRIC-maiden ja N11-maiden vaikutusvalta kasvaa. Alueellinen ja globaali hallinnollinen yhdentyminen.
5. Talouskasvun ja ulkomaankaupan epätasapainon ongelmat jatkuvat Suomessa ja EU-maissa. Aasian ja BRIC-maiden talouskasvu voimakasta.
6. Maailman lisääntyvä eriarvoisuus: elintasoerot, ruokaturvan ongelmat, tribalismi, terrorismi, äärioliikkeet ja häiriökäyttäytyminen voimistuvat
7. Ilmastonmuutos etenee, biodiversiteetti vähenee ja ympäristön laatu heikkenee maailman köyhimmillä.
8. Rajalliset resurssit niukentuvat ja niiden hinta nousee.
9. Arvomaailman kehitys, maailman kokeminen: monikulttuurisuus, elämyksellisyys, uskonnollisen kollektivismi ja yksilöllisyyden ristiriita kärjistyy, ympäristötietoisuus lisääntyy, teknologiapelot voimakkaita.
10. Tieteellisen ja teknisen tiedon yhdentymisen: luonnontieteiden yhdentyminen erityisesti nanoilmiöiden tasolla, teknologioiden ja ihmistieteiden yhdentymisen palveluihin liitetyn tekoälyn kautta.

Mikäli toimintamallit useissa arvonaluontiverkostoissa muuttuvat nopeasti haastajaregimien suuntaan, saatamme puhua Kondratjevin syklien kriisiytymisestä, johon voi liittyä hyvinkin merkittäviä, vaikeasti ennakoitavia ja nopeita megatrendien muutoksia.

3.1 Yhteenveto raportissa esitetyn RTI-mallin tuloksista

Tämän työn tärkein tulos on menetelmä teknologiaratkaisujen tärkeyden arviointiin. Menetelmä on systemaattinen ja kykenee selkeästi sekä perustellusti laittamaan tärkeysjärjestykseen erilaisia ennakoituja teknologioita niiden yhteiskunnallisen potentiaalisen vaikutavuuden mukaan. Samalla syntyy rakenne, jossa asioiden tärkeydestä ja mahdollisista vaikutuksista on aiempaa helpompi keskustella jäsentyneesti ja ottaen erilaisia arvonäkökulmia huomioon.

Kaikkia tässä työssä listattuja teknologiakoreja voidaan pitää potentiaalisesti tärkeinä ja vaikuttavina. Järjestykseen ne on laitettu todennäköisyytensä ja vaikutuksensa laajuuden mukaan. Sellaisten teknologioiden yhteiskunnalliset vaikutukset ovat laajimmat ja rakenteiden muutostarpeet suurimmat, jotka koskettavat useita eri arvonluontiverkostoja. Internet on hyvä esimerkki tällaisesta arvonluontiverkoston poikki kulkevasta ilmiöstä, joka on muuttanut toimialojen rakenteita, purkanut siiloutumista ja johtanut merkittäviin lainsäädäntötarpeisiin.

Tämän raportin ensisijainen tarkoitus on ennakoida teknologian synnyttämiä yhteiskunnallisia haasteita ja ilmiöitä. Seuraava vaikuttavuuslistaus (Taulukko 1) heijastelee tätä pyrkimystä. Laajin yleinen huomio tulisi kohdistaa neljä tai kolme tähteä saaneisiin ryhmiin, kun yhden tai kaksi tähteä saaneet voidaan tarkastella omien toimialojensa tai pisteytyksellä osoitettujen keskeisten arvonluontiverkostojensa puitteissa.

Taulukko 1. Radikaalit teknologiat 2018-2037 ennakkoinnin tulosten yhteenveto. Huom! Vertailusta kiinnostuneet löytävät vuonna 2013 tehdyn ennakkoinnin tulosten yhteenvetotaulukon liitteestä 6.

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
12	Neuroverkot ja sy- väoppiminen	5	10	10	5	10	3	3	5	10	5	20	20	10	5	20	10	10	5	5	5	20	955	****
28	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	5	20	20	0	3	5	0	10	10	5	10	5	0	10	5	0	5	20	3	3	0	670	****
6	Kuvantaminen ja pai- kannus	7	20	20	3	3	0	0	3	0	5	10	3	0	3	10	3	5	5	0	0	0	651	****
96	AI:n tekemä globaali työ	4	10	10	5	5	0	3	3	10	20	5	5	10	3	5	20	5	5	10	5	20	636	****
2	DNA-luenta ja kirjoitta- minen (full genome)	7	1	3	0	20	0	10	0	3	3	0	0	10	5	20	0	0	10	0	5	0	630	****
70	Aurinkosähkön nopea kehitys	7	5	5	10	5	20	5	10	1	3	3	3	0	0	3	0	0	5	3	3	0	588	****
91	Kaupallisen alustatyön välittäminen	6	10	5	0	5	0	0	5	10	20	3	10	0	3	3	5	3	0	5	5	5	582	****
11	Puheentunnistus, pu- hesynteesi ja tulkkaus	6	3	3	0	3	0	0	3	10	5	5	10	3	10	5	5	5	5	10	5	3	558	****
16	Ympäristön reaaliaikai- nen 3D-hahmotus	6	20	20	10	5	0	0	5	0	1	5	0	0	3	5	0	5	5	0	3	3	540	****
5	Materiaalitutka - hy- perpektrikamera	5	5	10	5	10	0	5	5	5	5	5	3	10	3	10	1	0	10	5	1	5	515	****

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarjottavuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
73	Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	7	20	10	0	0	5	0	5	0	3	5	0	0	5	5	0	10	3	0	0	0	497	****
38	Tavaroiden 3D-tulostus	7	1	5	20	0	0	3	3	3	3	5	5	0	1	0	5	3	3	3	3	1	469	****
20	VR-lasit ja lisätty todellisuus	6	3	3	5	0	0	0	5	3	5	3	10	1	3	3	5	10	1	3	10	5	468	****
26	Laskentatehon radiokaali kasvu	4	10	10	5	5	0	5	5	10	5	10	5	5	0	5	0	10	5	5	0	10	440	****
30	Nelikopterit ja muut lentävät dronet	7	1	20	3	3	0	1	5	1	3	5	3	0	0	5	0	1	10	0	0	0	427	****
3	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	5	5	3	0	10	0	0	5	1	3	3	0	20	10	5	3	3	5	3	5	0	420	****
15	Verbot/chatbot - keskustelevalle ja kirjalliset robotit	5	5	5	0	3	0	0	3	5	10	10	5	3	0	5	5	10	5	3	3	3	415	****
93	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	5	5	5	3	5	5	1	5	20	5	5	3	0	3	1	0	0	5	5	0	5	405	****
95	Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	7	3	5	5	5	1	0	0	10	3	3	3	0	0	3	0	3	3	5	0	5	399	****

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
41	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	4	3	10	10	5	0	3	10	10	5	5	3	3	0	10	0	5	5	5	3	3	392	****
67	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	6	0	5		20	5	3	5	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	0	5	0	384	****
14	Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	4	3	1	0	3	0	0	3	5	10	10	3	3	3	5	10	10	5	5	10	5	376	****
19	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	5	0	5	5	10	0	0	10	3	5	0	5	0	3	3	5	10	5	3	3	0	375	****
13	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	5	3	5	5	5	0	0	5	10	5	10	5	0	0	3	3	3	3	5	0	3	365	****
94	Globaali langaton laajakaista	5	5	5	0	0	0	0	10	3	5	5	3	0	1	5	5	5	5	5	5	5	360	****
87	Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	5	0	0	1	0	0	0	3	3	5	3	10	0	0	3	20	1	1	5	5	10	350	***
27	Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	5	5	5	1	0	0	1	10	0	10	5	3	0	10	0	1	5	5	0	5	0	330	***
97	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	6	0	5	5	3	1	3	3	10	5	3	0	0	0	1	3	0	5	3	0	5	330	***

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarjottavuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
22	Nopeat ja tiheät muistimateriaalit	7	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	10	0	5	3	0	5	3	308	***
66	Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	5	0	5	0	20	0	0	5	0	3	3	0	5	0	0	0	5	3	0	10	0	295	***
89	Salattu ja anonyymi tietoliikenne	6	3	3	0	0	0	0	3	20	5	0	1	0	0	0	3	0	5	3	0	3	294	***
23	Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	3	3	10	0	0	0	0	0	5	5	10	10	3	3	10	5	5	3	5	10	10	291	***
7	IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit	5	5	10	0	3	5	3	5	0	0	3	0	0	0	5	0	10	5	0	3	0	285	***
42	Uudet robotisoidut palvelut	4	3	0	3	3	1	1	10	5	10	5	5	0	3	3	0	10	3	0	0	5	280	***
99	MyData & GDPR	5	1	3	3	5	0	0	3	10	3	5	0	1	0	5	0	3	5	3	0	5	275	***
4	Biosirut / "Lab on a chip"	4	5	5	3	5	0	10	5	3	3	3	0	5	0	10	0	0	3	3	0	3	264	***
1	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	3	3	0	1	3	0	0	5	1	5	3	3	5	5	10	5	20	3	5	5	3	255	***

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
88	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ	3	5	10	3	5	0	0	5	0	10	3	5	0	3	3	3	10	5	3	0	10	249	***
84	Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen	4	3	1	0	3	3	1	1	3	0	0	5	5	1	3	10	3	0	10	5	5	248	***
98	Digitaide- ja digielämysalustat	4	3	0	3	3	0	0	5	5	5	3	5	0	0	3	3	10	3	0	5	3	236	***
100	AR&VR-alustat ja sisältästandarit	5	3	3	3	3	0	0	3	3	5	0	5	0	0	10	0	5	1	3	0	0	235	***
8	LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka	6	0	0	1	10	0	0	10	0	0	0	0	3	0	0	0	5	5	0	5	0	234	***
50	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	5	0	5	5	5	3	5	3	5	0	3	0	3	0	1	0	0	0	0	3	3	220	***
24	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	3	3	3	0	0	0	0	3	10	10	0	0	0	0	10	0	0	20	5	3	5	216	***
56	Elektroniikan ja biologian kyborgit	3	0	0	0	3	5	5	0	0	1	3	3	10	20	5	1	5	5	0	0	5	213	***
37	Herkät robottisormet ja -kädet	4	0	5	5	5	0	0	3	0	3	10	5	0	1	0	0	5	3	3	3	0	204	***
57	Radikaali eliniän pidentäminen	3	0	0	0	3	0	0	3	1	0	3	5	20	5	0	5	5	3	0	10	5	204	***

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
83	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	6	10	10	0	0	5	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	204	***
86	Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus	6	1	1	3	0	1	0	0	3	0	0	3	0	1	0	3	0	0	5	3	10	204	***
35	Avaruuden helpompi saavuttaminen	6	0	0	1	0	0	5	1	5	5	3	3	0	0	3	0	1	1	1	3	1	198	***
60	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	5	0	0	0	5	0	3	0	0	5	0	0	10	5	0	0	3	5	0	3	0	195	**
92	Robottiekosysteemien rajapinnat	3	0	10	10	1	1	1	5	3	5	3	3	0	3	3	0	0	5	5	0	5	189	**
29	Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet	4	10	5	1	3	0	0	5	3	0	3	3	0	5	0	0	3	5	0	0	0	184	**
34	Hyperloop ja muu tunnetekniikka	4	10	5	0	0	0	0	10	3	0	0	3	0	0	0	0	1	3	3	3	5	184	**
59	GMO-tuotetut aineet ja elimet	4	0	0	3	10	3	5	1	3	0	0	0	5	3	0	0	3	5	0	0	0	164	**
62	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	4	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	20	10	3	0	0	0	0	0	0	164	**
90	Lähi- ja talkootyön alustat	4	0	5	5	5	0	3	3	3	0	0	5	0	0	3	3	0	0	3	3	0	164	**

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarjottavuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
25	Radikaalit uudet elekt- roniikkamateriaalit	3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	3	0	10	10	10	0	3	3	0	0	0	162	**
10	Pienet hiukkaskiihdytti- met, femto- ja nanola- serit	4	5	5	3	1	0	0	0	0	3	5	0	5	0	5	0	3	5	0	0	0	160	**
17	Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen	5	1	5	5	0	0	0	3	3	0	3	3	0	1	3	0	3	1	1	0	0	160	**
46	Kevyet ja lujat tai eris- tävät materiaalit	4	5	5	5	3	1	3	10	0	0	0	0	0	3	1	0	3	1	0	0	0	160	**
53	Keinotekoinen lihas ja keinotekoinen iho	3	0	5	3	3	3	5	3	0	5	10	0	0	5	1	0	5	0	0	5	0	159	**
18	Tekoälyn asiantuntija- sovellusten opetusai- neistot	3	0	0	0	5	0	3	3	3	0	10	5	3	0	5	0	5	3	0	0	5	150	**
32	Kevyet jatkuvasti lentä- vät laitteet	4	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	1	0	0	10	0	0	5	0	0	0	148	**
72	Energian massiiviset sähkövarastot	5	0	0	3	0	20	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	145	**
21	Liikkeisiin perustuvat ja haptiset ohjaimet	4	0	5	3	0	0	0	3	0	5	0	5	3	3	0	3	5	1	0	0	0	144	**

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarjottavuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
61	Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu	3	0	0	1	5	1	10	0	0	0	1	0	5	0	5	5	1	3	3	3	5	144	**
55	Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat	4	0	0	5	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	5	10	3	3	1	0	0	140	**
63	Elinten korjaaminen ja soluviljely	5	0	0	3	5	0	5	0	0	0	3	1	5	3	0	0	3	0	0	0	0	140	**
75	Halpa pieni poltto- kenno ja mikroturbiini- CHP	5	3	3	0	0	10	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	135	**
51	Antibakteeriset ja likaa hylkivät pinnat	4	5	3	5	3	3	3	3	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	132	**
58	Nanohiukkaset ja mikrobotit elimistössä	4	0	0	0	5	0	3	0	0	1	0	0	10	3	3	0	0	3	0	0	5	132	**
65	Dementian ehkäisy ja hoito	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	1	3	3	3	3	10	0	132	**
85	Kryptoraha ja muu pankit ohittava valuutta	6	0	1	0	0	1	0	1	5	3	0	1	0	0	0	0	0	3	3	1	3	132	**
33	Radikaali vesiliikenne	5	3	5	0	0	3	1	1	1	1	3	1	0	0	1	0	3	3	0	0	0	130	**

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarjottavuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
54	Makean veden tuottaminen	3	0	0	1	10	1	5	1	1	0	0	5	5	0	0	0	3	3	0	3	5	129	*
48	Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina	3	3	1	5	0	0	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	126	*
74	Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt	3	3	3	0	0	10	0	10	5	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	3	0	126	*
81	Suurteholaserit, sädeaseet, magneettiasemat	5	0	1	5	0	5	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	125	*
49	Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineiksi	5	3	3	5	0	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	*
39	Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus	4	3	1	0	0	3	1	10	1	0	3	1	0	0	0	0	5	0	0	1	0	116	*
40	Itseorganisoituvuus ja parviäly	3	0	5	5	5	0	3	5	5	0	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	114	*
52	Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit	4	0	0	0	0	0	10	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	104	*

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
69	Biomateriaalien kryogeniikka	4	0	3	0	3	0	0	0	3	0	3	0	3	3	5	0	0	0	0	3	0	104	*
9	Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi	3	0	0	0	0	10	5	5	0	0	0	0	5	0	3	0	5	0	0	0	0	99	*
64	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	3	0	0	3	5	0	3	0	0	3	5	3	5	0	3	0	3	0	0	0	0	99	*
77	Off-Grid ja Micro-Grid -ratkaisut	4	3	0	0	3	5	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	3	96	*
44	Robottiräätäli	3	0	0	10	0	0	0	0	5	3	5	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	93	*
82	Johdoton sähkönsiirto	3	3	5	3	0	3	0	5	0	0	3	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	93	*
71	Aurinkolämpö, lämmön varastointi ja käyttö	4	0	0	3	0	3	3	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	88	*
80	Kineettisen energian talteenotto	4	3	3	0	0	5	3	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0		0	88	*
78	CO2-talteenotto ja käyttö raaka-aineena	3	3	3	3	3	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	*
79	Pienydinvoimalat, fissio ja fuusio	3	0	0	3	3	10	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	81	*

			Henkilöliikenne	Tavaraliikenne	Tavaroiden valmistus	Ravinto	Energia	Materiaalit	Rakennettu ympäristö	Vaihdanta	Etävaikuttaminen	Työn korvaus koneilla	Työ ja ansainta	Terveys	Toimintakyvyn avusteet	Havainnot ja tietäminen	Osaaminen ja sen näyttö	Elämykset	Turvallisuus	Yhteistyökyky	Tarkoituksellisuus	Valtarakenteet	Kokonaispisteet	Tasoryhmä
TKID	Teknologiakori (uusi)	Matur.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
31	Kevyet henkilölennättimet	4	5	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	3	0	0	0	1	3	1	0	0	80	*
68	Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu	4	0	0	3	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	76	*
45	Kitkattomat pinnat ja levitaatio	4	5	3	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	72	*
36	Kyberhyönteinen ja muu biomimetiikka	3	0	0	0	3	0	0	1	0	3	3	0	0	0	5	0	3	5	0	0	0	69	*
47	Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus	3	0	0	3	0	5	5	0	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	69	*
76	Vedyn edullinen säilytys	3	5	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	*
43	Uudet tavarain/aineen manipulointitavat	3	0	1	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	*
			32	40	26	32	20	23	37	31	28	31	24	27	19	32	17	32	32	17	21	23		

Metodin tärkeimmät tulokset on kirjattu kokonaisuudessaan varsinaisiin asialukuihin. Joka kaiseen arvonaluontiverkostoon on tunnistettu sen nykyrakenne ja mahdollinen paradigma-matasoinen transformaatio. Arvojen, mahdollistajien ja hyötyjen kuvaus on tehty systemaattisesti. Tavanomaisesta poikkeava toimintojen jako arvonaluontiverkostoihin avaa tuoreen näkemyksen yhteiskunnan tapaan tuottaa sen keskeisiä lisäarvoja sekä tarjoaa työkalun arvonaluotiverkostojen itsensä systeemisten ja rakenteellisten murrosten ennakointiin. Valittujen lisäarvojen fundamentaalisuus tarjoaa hyvän pohjan potentiaalisen teknologia-kehityksen yhteiskunnallisten vaikutusten ja päämääriin liittyvien toimintatapojen arviointiin.

Arvonaluontiverkostot on kuvattu päämäärien ja arvojen sekä toimintojen kautta, mutta hyvin moniarvoisesti, kokonaisuuden kannalta lähes arvovapaasti. Yksilölliset, jopa oppor-tunistiset ja kollektiiviset arvot ovat kuvauksessa samalla tasolla. Näin on toimittu, jotta menetelmän ennustava luonne säilyy. Tämän voi havaita esimerkiksi hiilidioksidin talteen-oton saaman alhaisen pistemäärän kohdalla. Luontaiset motiivit eivät sitä kovinkaan laa-jasti edistä, vaan ne vaativat tuekseen lainsäätäjän toimia. Pisteytykset on annettu siis po-tentiaalisen vaikuttavuuden kautta eikä niistä voi suoraan lukea esimerkiksi jonkin tekno-logian kaupallista menestystä tai sen toivottavuutta. Ydinpommi olisi tällä arviointitavalla saanut varsin korkeat pisteet 1950-luvulla ja sillä onkin ollut merkittävä vaikutus maailman muutokseen.

Seuraava taulukko kuvaa kirjoittajien tähän työhön perustuvana arviona, miten arvonaluon-tiverkostojen potentiaalisella teknologiakehityksen mahdollistamalla transformaatiolla voi olla runsaasti sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Positiiviset vaikutukset tyypil-lisesti realisoituvat, jos valtio tai alue muutoksia pyrkii edistämään. Negatiivisia vaikutuksia ei yksittäinen valtio voi estää kehitystä patoamalla. Niitä voidaan lieventää ottamalla kehi-tys haltuun ja kanavoimalla se myönteiseen suuntaan, joka samalla auttaa hallinnoimaan haitat minimaalisiksi.

Arvonluontiverkostojen transformaatiopotentiaali	Resurssi- tehokkuus	Henkilötyön tuottavuus	Kauppataase& palvelutase	Tuloerot & työttömyys	Hyvinvointi & terveys	Koheesio & merkitys	Kestävä kehitys	Alueiden tasa-arvo	Hallinnon tehokkuus	Vapaus & demokratia
Henkilöliikenne	+++/-	+++	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+++/-	+++	++/-	+++/-
Tavaraliikenne	+++/-	+++	++/-	++/-	+/-	++/-	++/-	+++	++/-	+/-
Tavaroiden valmistus	++/-	+/-	+++/-	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+++	++/-	+++/-
Ravinto	+++/-	+/-	++/-	++/-	+++/-	+++/-	+++/-	++/-	+/-	++/-
Energia	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	+++	+++	++/-	++/-
Materiaalit	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	+++/-	+/-	+/-	++/-
Rakennettu ympäristö	++/-	+++	++/-	+/-	+/-	+/-	++/-	++/-	++/-	+/-
Vaihdanta	+++/-	++/-	++/-	+++/-	+/-	++/-	++/-	++/-	+/-	++/-
Etävaikuttaminen	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	++/-	+/-	++/-	++/-	++/-
Työn korvaus koneilla	+++/-	+++/-	++/-	++/-	++/-	+/-	+/-	+++/-	++/-	++/-
Työ ja ansainta	++/-	+++/-	++/-	+++/-	++/-	+++/-	++/-	++/-	+/-	++/-
Terveys	++/-	+++/-	+/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	+++/-	+++/-
Toimintakyvyn avusteet	+++/-	+++/-	++/-	++/-	+++/-	++/-	+/-	++/-	++/-	++
Havainnot ja tietäminen	++/-	++/-	+/-	+++/-	++/-	++/-	++/-	++	+++/-	++/-
Osaaminen ja sen näyttö	++/-	+++/-	+/-	++/-	+	++/-	++	+++	++/-	+++
Elämykset	+++/-	+++	++/-	++/-	++/-	++/-	++/-	++/-	+++/-	+/-
Turvallisuus	++/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	++/-	+/-	+/-
Yhteistyökyky	+++/-	+++/-	++/-	+++/-	+/-	+++/-	++/-	+/-	+++/-	+++/-
Tarkoituksellisuus	++/-	++/-	+/-	+/-	++/-	+++/-	++/-	++/-	+/-	++/-
Valtarakenteet	++/-	++/-	+/-	+/-	+++/-	+++/-	+++/-	++/-	+++/-	++/-

Kollektiivinen tahtotila ei ilmene tällaisesta ennustavasta mallista suoraan. Tavoitteellisia johtopäätöksiä on erikseen koottu kunkin arvontiverkoston yhteyteen. Niissä luetellaan ne sosioteknisen regiimin transformaatioon liittyvät tarpeelliset tai hyödylliset hallinnon toimet, joiden avulla teknologiakehityksen hyödyt saataisiin yhteiskunnan käyttöön ja haitat voitaisiin mahdollisuuksien mukaan välttää. Näitä ehdotuksia kertyi toista sataa ja ne koskevat kaikkia hallinnonaloja sekä toiminnan tasoja. Ehdotukset tulisi käsitellä yksittäin, kunkin hallinnonalan tulevaisuustarkastelun yhteydessä.

Työssä kootut radikaalit teknologiset ratkaisut on kuvattu edellistä raporttia laajemmin. Edellisen tavoin kullekin ratkaisulle on määriteltä suhteellinen tärkeys tähtiluokituksen avulla. Arviossa on otettu huomioon ratkaisun avaama potentiaali jokaisessa arvontiverkossa. Nämä sovellusideat on listattu ja arvioitu arvontiverkostojen yhteydessä. Arviot ovat subjektiivisia, mutta aiempaa helpommin tarkistettavissa. Arvioasteikko on sama kuin edellisessä raportissa ja se on tarkemmin kuvattu arvontiverkostojen yhteydessä luvussa 1.

Ratkaisun kypsyys on kuvattu kunkin teknologiakorin yhteydessä. Kypsyystasot on pyritty valitsemaan siten, että ne korreloisivat teknologian onnistuneen markkinoille tulon todennäköisyyden kanssa. Kypsyysarvio ottaa huomioon samat asiat kuin edellinen raportti, mutta arviointiohjetta on yksinkertaistettu ja pisteytysperiaatetta selkiytetty. Pisteytysäännöt on kuvattu luvussa 2.

Teknologiakorin kypsymistodennäköisyyden ja potentiaalisen vaikuttavuuden tulo antaa lopullisen pisteytyksen, jolla teknologiakorit on saatu järjestykseen. Tärkeimmät 25 ratkaisua ovat saaneet neljä tähteä, seuraava neljännes on merkitty kolmella tähdellä, sitten kaksi tähteä ja viimeinen neljännes on saanut yhden tähden. Vaikka yksittäisissä arvioissa on subjektiivisuutta, ovat arviot useiden asiantuntijoiden tarkastamia, eikä menetelmä ole kovin herkkä yksittäisten arvioiden mielipiteistä riippuville vaihteluille.

Olennainen laskentatavan muutos edelliseen raporttiin verrattuna on se, ettei nyt lasketa kansallista vaikuttavuutta erikseen. Tähän on kaksi syytä. Nykyiset vientikanavat ja kansallinen osaaminen eivät erityisen hyvin ennusta sitä, millä tavoin ja mitkä radikaalit teknologiat edistävät vientiä vuonna 2037. Kyse on enemmänkin tahtotilasta ja onnistumisista, sekä kotimarkkinan edelläkävijyydestä. Toinen tärkeä syy on, että arvontiverkostot sellaisenaan kuvastavat jo kansallisia painotuksia.

On ilmeistä, että monissa maailman maissa osa tässä kuvatuista arvontiverkostoista ei vaikuta erityisen tärkeiltä ja toisten merkitystä haluttaisiin kasvattaa. Tämä raportti pyrkii kuvaamaan teknologian vaikuttavuutta Suomelle ja muille rakenteiltaan Suomen kaltaisille maille, joissa tässä kuvatut arvontiverkostot ovat kaikki merkitykseltään olennaisia. Mikäli kansantalous poikkeaa Suomesta paljon, voidaan eri arvontiverkostoille antaa toisistaan poikkeavia painoarvoja, joilla potentiaalista vaikuttavuutta korjataan. Tätä samaa menettelyä voi soveltaa myös, jos menetelmää käytetään esimerkiksi alue- tai kaupunkikehityksen tai yritysten toimintaympäristön ennakointityökaluna.

Monet listan tärkeimmiksi arvioiduista teknologisista ratkaisuista ovat tärkeydeltään ilmeisiä. Olennaiseksi muodostuu tällöin tarkastelun hienojakoisuus. Esimerkiksi tekoälyä

on arvioitu noin kolmensadan näkökulman kautta. Pohdintaa pisteytyksessä herättää kuitenkin vaikkapa se, että sarjavalmistaiset ydinvoimalat päätyvät listan häntäpäähän, vaikka fuusioenergia on jo näköpiirissä ja samanaikaisesti materiaalitutka päättyy listan kärkipäähän. Tämä selittyy sillä, että materiaalitutkalla on vaikutuksensa huomattavan moneen eri arvonluontiverkkoon. Se voi internetin osoittamalla tavalla muuttaa vertikaaleja horisontaaleiksi ja muuttaa monia yhteiskunnan rakenteita. Sarjavalmistaisilla ydinvoimaloilla ei vastaavaa radikaalia vaikutusta moniin eri arvonluontiverkostoihin ole, vaikka siitä yhteiskunnalle suuri hyöty olisikin. Kannattaa muistaa, että listan alapäässäkin on monia, potentiaalisesti erittäin tärkeitä ja taloudellisesti tai inhimillisesti suurimerkityksisiä asioita, vaikka niillä ei yhteiskuntarakenteisiin niin radikaalia vaikutusta olisikaan.

Edellisen raportin sadan teknologian listaukseen verrattuna tässä on paljon samankaltaisuuksia, mutta ryhmittelyn parantuminen, teknologioiden kehitys ja huoleellisempi arviointikehitys ovat johtaneet joissakin tapauksissa sijoituksen olennaiseen muutokseen sekä listalla ylöspäin että alaspäin. Merkittävänä huomiona on korostettava sitä, että keskimäärin listalla olevat yhteiskuntaa merkittävästi muuttavat teknologiat ovat selkeästi kypsempiä ja raportissa kuvatut transformaatiot askelta lähempänä vuoteen 2013 verrattuna. Olemme entistä lähempänä raportissa ennakoitua useiden eri toimialojen ja hallinnonalojen radikaalia murrosta ja vähäiseltä osin jo kuvatun suuren murroksen keskellä.

3.2 Poliittikasuositukset

Raportti koostuu kahdestakymmenestä arvonluontiverkostokuvauksesta ja niihin vaikuttavista sadasta teknologiakorista. Jokainen näistä arvonluontiverkostoista on kuvaus aihealueensa merkittävästä paradigmahaasteesta. Raportti siis jakaa yhteiskunnan kahteenkymmeneen rakenteelliseen toimintatapaan, joista jokaiseen kohdistuu merkittävä teknologiakehityksen synnyttämä ja jatkuvasti kasvava paine.

Kunkin arvonluontiverkostokuvauksen loppuun on koottu muutosta suotuisasti jouduttavia poliittikasuosituksia ja uusia osaamisen kehittämistä vaativia ammattialoja. Kuvaus itsessään on taustoitus muutoksen hyödyistä, mahdollistajista, esteistä ja hidasteista sekä uhkista.

Muutosnopeus ja edessä olevien teknologiavaikutusten laajuus ovat huonosti valmistelijoiden ja päättäjien tiedossa. Merkittävää osaa muutoksesta ei havaita, koska Suomi on 2000-luvulla muuttunut nopeasta hitaaksi omaksujaksi eikä moniakaan maailman uusista teknologioista ole täällä laajasti omaksuttu. Muutoksesta puhutaan liian yleisellä tasolla eikä radikaalien teknologioiden ja sosiaalisten innovaatioiden poikkihallinnollisten vaikutusten ennakkointia ole resursoitu.

Asiantuntijat seuraavat oman alansa kehitystä lähinnä vanhan toimintatavan sisäisellä loogiikalla, totunnaisilla reunaehdoilla ja vanhoihin peukalosääntöihin nojaten. Investoinneissa ei huomioida tulevaisuutta muuttavana tilanteena vaan otetaan suuria riskejä uskoen jatkuvuuteen, vaikka radikaalin muutoksen todennäköisyys olisi jatkuvuutta suu-

rempi. Useat tässä raportissa esitetyt muutokset tulevat vaikutuksiltaan ylittämään internetin tähänastiset muutosvaikutukset, mutta huomiota niihin kiinnitetään nyt olennaisesti vähemmän kuin internetiin sen kehityksen alkuvaiheissa 1990-luvulla.

Edellä kuvattujen seikkojen vuoksi tulisi harkita poikkihallinnollisen ja radikaaleihin teknologiavaikutuksiin erikoistuneen valmistelun merkittävää laajentamista nykyisestä. Muutokset koskettavat hyvin laajasti arvonluontiverkostojen ja hallinnonalojen poikki esimerkiksi työtä, tasa-arvoa, kestävyyttä ja tuottavuutta, kuten luvussa aiemmin esitetty taulukko osoittaa. Sektorikohtainen, paradigman sisältä lähtevä, omien rakenteiden jatkuvuutta varmistava hallinnon kehittäminen ei näin nopeassa ja laajassa murroksessa riitä takaamaan hyvää sopeutumista.

Suomen elintaso ja hyvinvointi perustuvat korkean teknologian soveltamiseen sekä kotimarkkinoilla että ulkomaankaupassa. Olemme 1800-luvulta alkaen olleet nopeita teknologian omaksujia ja teknologiselle kehitykselle ja sen omaksumiselle on luotu hyvät puitteet. 2000-luvulla yhteiskunnan teknologinen omaksumiskyky on kuitenkin olennaisesti hidastunut. Tämä omaksumiskyky tulee palauttaa, jotta yhteiskunta kykenee omaehtoisesti sopeutumaan yhä nopeampaan globaaliin muutokseen.

- Suomen on kyettävä merkittävään tuottavuuden kehitykseen useimmissa tämän raportin esittämässä arvonluontiverkostoissa. Tämä tapahtuu ensisijaisesti omaksumalla globaalin teknologiakehityksen mahdollistamat parhaat käytännöt ensin kotimarkkinoilla.
- Suomen on lisättävä T&K -panostusta useimmissa arvonluontiverkostoissa, erityisesti tämän raportin tärkeiksi arvioitujen radikaalien teknologisten ratkaisujen alueilla, koska ne ovat kasvun ajureita.
- Suomen on panostettava kotimarkkinoita edistäviin uusiin teknologioihin riippumatta siitä, miten vahva osaaminen tai vientiteollisuus niihin nyt kytkeytyy. Uusille alueille suunnattaessa on teknologioiden nopea omaksuminen kotimarkkinoilla viennin onnistumisen kannalta keskeistä.

Julkishallinto on Suomessa monella toimialalla tärkein asiakasryhmä. Radikaalit uudet teknologiat tulevat markkinoille tavallisesti pienten kasvuyritysten kautta. Vaativat uudistushakuiset edelläkävijäasiakkaat ovat näille kasvuyrityksille huomattavasti olennaisempia kuin T&K-avustukset.

Kilpailulainsäädäntöä ja hankintamenettelyitä tulee edelleen kehittää siten, että julkishallinto muuttuu edistykselliseksi asiakkaaksi. Menettelyitä tulee kehittää myös siten, että toimittajan ansiokas suoritus tuottaa toimittajalle lisäarvoa. Tulee selvittää, mitkä tämän suuntaiset toimet mahtuvat EU-direktiivien puitteisiin.

Teknologinen kehitys on mahdollistanut ja tehnyt järkeväksi monia toimintamalleja, joita lakeja laadittaessa ei ole huomioitu. Myös monet nykyisin käytetyt organisoitumisen tavat ja vastuujaoat ovat vanhentuneita uuden teknologian mahdollistamiin rakenteisiin verrattuna. On luonnollista, että etabloituneet yritykset suosivat sääntelyä, joka tukee heidän toi-

mintamalliaan, ja estää heille vieraita ja kilpailua uusille toimijoille avaavia käytäntöjä. Uudistumisen ajurina vanhat suuret yritykset ovat huonoja erityisesti silloin, kun niiden vanhat toimintatavat suojataan.

- Tämän raportin osoittamat tärkeät teknologiat tulisi tarkastella nykyistä lainsäädäntöä vasten ja poistaa esteet radikaalien teknologisten ratkaisujen avaamien parhaiden uusien käytäntöjen tieltä. Näin toimittiin 90-luvun tietoliikenteen murroksessa ja pakotettiin etabloituneet yritykset kilpailuun uusien toimintamallien kanssa. Tällainen lainsäädännön esteiden poistaminen ja uusien toimintamallien avaaminen tulisi tehdä muita maita nopeammin, jotta ajattelu Suomessa uudistuisi ja kokeiluihin päästäisiin asiakasmaita nopeammin. Jokaisen arvionluontiverkoston yhteydessä on osoitettu useita olennaisia muutostarpeita, joista osa on säädösten väljentämiseen ja osa uusien toimintamallien turvaamiseen liittyviä.

Suomi kiinnitti suuren huomion teknologian kehittämiseen 1990-luvulla. Hallinnolla ja poliitikoilla on runsaasti keinoja ohjata suomalaista keskustelua ja osaamisen kehittämistä. 2000-luvulla huomio on pääosin keskittynyt vallanjaon ja kakunjaon kysymyksiin sekä maailmanpolitiikkaan. Suomalaisille on syntynyt kuva siitä, että teknologinen kehitys olisi hidastunut, kun globaalisti on tapahtunut päinvastoin.

Virikkeiden ja teknologian tärkeyden tunnun puuttuessa teknologian kehitykseen on panostettu vain akateemisen tutkimuksen, joidenkin ventialojen ja yritysten T&K-avustusten kautta. Yhteiskunnan keskeisiin rakenteisiin teknologian avaamat mahdollisuudet ja erityisesti uudet teknologiat eivät ole vaikuttaneet ja tietoisuus tässäkin raportissa esitettyihin teknologioihin liittyen on huomattavan alhaisella tasolla verrattuna vaikkapa 90-luvulla vallinneeseen teknologiatietoisuuteen.

- Julkishallinnon tulisi valjastaa käytössään olevia huomiotalouden ja osaamisen siirron keinoja teknologiatietoisuuden lisäämiseen tämän raportin tärkeimmiksi osoittamilla alueilla. Tässä voi ottaa oppia niistä tavoista ja siitä intensiteetistä, jolla julkishallinto osallistui 1990-luvulla tietoyhteiskuntakeskustelun synnyttämiseen ja Internetin sekä mobiilin teknologian vauhdittamiseen.
- Teknologiatietämyksen ja tulevaisuuden mahdollisuuksien osuutta koulutuksessa kaikilla asteilla tulisi lisätä, ja teknologian yhteiskunnallisia vaikutuksia ja rakenteita muuttavia vaikutuksia tulisi käsitellä opetuksessa.
- Suomessa toimii monia teknologian kehityksen asiantuntijaorganisaatiota. Jotta Suomi olisi hyvin valmistautunut tarttumaan uusien radikaalien teknologioiden mahdollisuuksiin, tulisi kehitystä seurata jatkuvasti ja systemaattisesti ja tätä varten tulisi luoda yhteisiä avoimia alustoja. Uskomme, että kehittämämme työkalu tarjoaa tähän erinomaisen välineen.

Raportissa mahdollisiksi osoitetut laajat ja yhteiskunnan toiminnan perusteisiin ulottuvat muutokset nostavat esiin ajatuksen Kondratjevin syklien vaihtumisesta ja siihen normaalisti liittyvästä kriisiytymisestä. Raportti osoittaa haastajaregiimien kypsyvän nopeasti ja verrattain samanaikaisesti kohti mahdollista ja laajaa nykyrakenteiden murrosta. Aiemmat syklien vaihtumiseen liittyvät kriisit ovat kytkeytyneet globaalitasolla suuriin sotiin, talouden romahduksiin ja valtarakenteiden uudistuksiin. Näitä tunnusmerkkejä ja vaikutuksia

tulisi selvittää laajemmin asian suuren vakavuuden vuoksi, koska mahdollisena on havaintojen perusteella pidettävä, että kriisiytyminen tapahtuisi jo 2020-luvun kuluessa.

3.3 Tämän raportin ja esitetyn metodin jatkokehitystarpeet

Tämän raportin kirjoittamisen myötä tekijät joutuvat myöntämään rajallisuutensa. Kaikkien yhteiskunnan erilaisten arvonluontimekanismien, kaikkien teknologia-alueiden ja tieteenalojen poikki konkreettisella tasolla kulkeva raportti voi parhaimmillaankin olla vain suuntaa antava. Tekijät ovat saaneet suuren avun työhön joukkoistuksen avulla. Laaja joukko eri alojen asiantuntijoita on kommentoinut ja tehnyt raporttia parantavia ehdotuksia. Joukkoistuksen kanavana on ollut laaja ja tiivis yhteisö

<https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/>, jossa käyty keskustelu on nähtävillä.

Tekijät ovat tyytyväisiä työssä luodun metodin, Radikaalien teknologioiden ennakointimallin toimivuuteen. Mallia on kehitetty edellisen raportin ja seurantaraportin ohjeiden ja kokemusten mukaan. Kehittämistarpeita on edelleen tiedossa:

- Arvonluontiverkostojen antamien vaikuttavuusarvioiden selkeämpi kytkeminen arvoihin ja transformaatioon vaatii jatkokehittämistä ja syvempää näkemystä mahdolliseen dynamiikkaan ja lisäarvojen syntyyn. Tämä on tehtävissä nyt luodun rakenteen ja tietojen laajenuksena.
- Radikaalit teknologiset ratkaisut on nyt kuvattu joukkoistuksen ja tekijöiden hankiman tietämyksen avulla. Kuvauksia voi tarkentaa ja laajentaa kunkin aihealueen omien asiantuntijoiden avustuksella. Teknologiat myös etenevät jatkuvasti ja niitä tulee uusia, joten teknologisten ratkaisujen päivittämiseen olisi järkevää kehittää jatkuva ja avoin menettely.
- Suomen omaan osaamiseen ja haasteisiin liittyvä tieto raportissa on puutteellinen ja vaatii jatkotyötä. Sellaista tietoa ei ole koostetusti saatavilla.
- Tämän raportin sisältö linkeineen ja laskentakaavoineen tulisi toteuttaa helposti ylläpidettävänä ja selattavana tietokantana Internetissä. Kyse on varsin pienimuotoisesta työstä, joka lisäisi tiedon ajantasaisuutta ja käyttökelpoisuutta erityisesti suomalaisten teknologiastrategian kehittäjien, teknologia-asiakkaiden, tutkijoiden, tuotekehittäjien ja median piirissä.

3.4 Kiitokset

Tekijät kiittävät Tulevaisuusvaliokuntaa mahdollisuudesta tämän työn tekemiseen. Erityisesti haluamme kiittää valiokunnan Radikaalit teknologiat -jaoksen puheenjohtajaa Ville

Vähämäkeä sekä kunnianhimoisen haasteen esittämisestä että monista hyödyllisistä virikkeistä ja neuvoista menetelmää kehitettäessä. Valiokuntaneuvos Olli Hietanen on myös kannustanut ja auttanut monilla rakentavasti kriittisillä kommentaillaan työn etenemistä.

Kommentaattoreista haluamme erityisesti kiittää raporttiluonnosta laajasti ja yksityiskohdaisesti kommentoineita Mikko Dufvaa, Tero Kauppista, Leena Merisaarta ja Anni Linturia, joka on myös tuottanut raportin kuvat. Arvonluontiverkostojen luonnoksia kommentoineiden työpajojen järjestäjät ja osallistujat ansaitsevat myös kiitokset. Heidät on mainittu nimeltä arvonluontiverkostojen yhteydessä. Tärkein sisältö ja työ, jota ilman tämä raportti ei olisi ollut mahdollinen – siitä tulee kiittää teknologialähteiden joukkoistukseen Internetin foorumeilla osallistuneita ihmisiä. Raporttiin lähteitä toimittaneiden yli kahdensadan ihmisten nimet on mainittu teknologiakorien käsittelyn yhteydessä. Raportin sähköisen version lopussa on myös kunkin teknologiamurrosuutisen yhteydessä mainittu uutisen havait-sijan nimi ja linkki siihen keskustelusäikeeseen joukkoistusryhmässä, jossa uutisesta on keskusteltu. Osa näistä keskusteluista antaa merkittävää lisätietoa aiheeseen.

Liitteet

Liite 1: Laskukaavat tulevaisuusvaliokunnan kannanotossa esitettyihin taulukoihin

Tulevaisuusvaliokunnan kannanotossa esitetyt laskelmat pohjautuvat vuonna 2018 ja vuonna 2013 tehtyjen ennakkointien tuloksille.

Vuoden 2018 tulosten yhteenveto on Taulukko 1 raportin luvussa 3.

Vuoden 2013 tulosten yhteenveto on liitteessä 6.

Taulukossa 1 kukin teknologiakori esiintyy omalla rivillään. Kullekin teknologiakorille on arvioitu vaikuttavuusodotuspisteet suhteessa kuhunkin 20 arvonluontiverkoston.

Vaikuttavuusodotuspisteet arvonluontiverkossa kullekin teknologiakorille muodostuvat Taulukon 1 sisältämien 20 arvonluontiverkoston tuottamasta vaikuttavuusodotusten pistesummasta kyseiselle teknologiakorille. Pisteet näkyvät Taulukossa 1, mutta niiden summalle ei ole omaa saraketta.

Maturiteetti kullekin teknologiakorille löytyy Taulukko 1:n ”Matur.” sarakeesta.

Taulukossa 1 sarake ”*Kokonaispisteet*”:

*teknologiakorin vaikuttavuusodotuspisteiden summa * teknologiakorin maturiteetti*

Alla on tähän perustaan nojaavat tulevaisuusvaliokunnan kannanoton taulukoissa käytetyt laskukaavat (I–VIII). Ne ovat Radikaalit teknologiat –hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja Ville Vähämäen laatimia.

TAULUKKO 2. Arvonluontiverkostot järjestettynä kehitysnopeuden mukaan (kaavat I, II)

I Arvonluontiverkoston (x) vaikuttavuusodotusindeksi (arvonluontiverkoston teknologiakorien potentiaali):

$$\sum_{n=1}^{100} (\text{maturiteetti } (n) * \text{teknologiakorin } (tb) \text{ vaikuttavuusodotuspisteet arvonluontiverkostossa } (x))$$

II Arvonluontiverkoston (x) kehitysnopeus [dB] (arvonluontiverkoston teknologiakorien potentiaalin kasvu):

$$10 * \text{LOG} (\text{Arvonluontiverkoston } (x) \text{ vaikuttavuusodotusindeksi uusi [v. 2018]} / \text{Arvonluontiverkoston } (x) \text{ vaikuttavuusodotusindeksi vanha [v. 2013]})$$

TAULUKKO 3. TOP 24 teknologiakoria ennakoidun geneerisen vaikuttavuuden mukaan (kaava III)

III Teknologiakorin geneerisyysluku:

$$\text{Laske}(\text{Monessako arvonluontiverkostossa teknologiakori (tb) vaikuttaa}) \\ * \sum_{1}^{20} (\text{vaikuttavuusodotuspisteet arvonluontiverkostossa (n)})$$

TAULUKKO 4. TOP 24 teknologiakoria kehitysnopeuden mukaan (kaavat IV ja V)

IV Teknologiakorien (tb) vaikuttavuusodotusindeksi (teknologiakorin vaikuttavuuspotentiaali; sama kuin Taulukon 1 sarakkeen ”Kokonaispisteet” arvo kullekin teknologiakorille):

$$\text{maturiteetti(tb)} * \sum_{1}^{20} (\text{vaikuttavuusodotuspisteet arvonluontiverkostossa (n)})$$

V Teknologiakorien (tb) kehitysnopeus [dB] (teknologiakorin vaikuttavuuspotentiaalın kasvu):

$$10 * \text{LOG} (\text{vaikuttavuusodotusindeksi (tb) uusi [v. 2018]} / \text{vaikuttavuusodotusindeksi (tb) vanha [v. 2013]})$$

ARVONLUONTIVERKOSTOJEN TIIVISTELMÄSIVUJEN ENSIMMÄINEN TAULUKKO:

Haastajaregiimin teknologiakorien vaikuttavuusodotusindeksi (Kaava VI)

VI Teknologiakorin vaikuttavuusodotusindeksi arvonluontiverkostossa (x) (teknologiakorin potentiaali arvonluontiverkostossa (x)):

$$\text{maturiteetti (tb)} * \text{teknologiakorin (tb) vaikuttavuusodotuspisteet arvonluontiverkossa (x)}$$

ARVONLUONTIVERKOSTOJEN TIIVISTELMÄSIVUJEN TOINEN TAULUKKO:**Haastajaregiimin nopeimmin etenevien teknologioiden kehitysnopeus (kaavat VII ja VIII)**

VII Teknologiaorien (tb) vaikuttavuusodotusindeksi (teknologiakorin vaikuttavuuspotentiaali; sama kuin Taulukon 1 sarakkeen "Kokonaispisteet" arvo kullekin teknologiakorille):

$$maturiteetti(tb) * \sum_{1}^{20} (arvonluontiverkkopisteet (n))$$

VIII Teknologiaorien (tb) kehitysnopeus (dB) (teknologiakorin vaikuttavuuspotentiaalin kasvu):

$$10 * LOG (vaikuttavuusodotusindeksi (tb) uusi [v. 2018] / vaikuttavuusodotusindeksi (tb) vanha [v. 2013])$$

Liite 2: Pisteytysesimerkki: Miten sisäviljelyyn liittyvä teknologiakori on pisteytetty?

LED-teknologiat eivät vielä esiintyneet ruuantuotantoyhteydessä radikaaleina teknologioina vuoden 2013 ennakointiraportissa³. Vuoden 2016 seurantaraportissa⁴ kaupunkikierrosviljelyn/LED-viljelyn muodostamaa kokonaisuutta ehdotettiin uudeksi teknologiakoriksi. Taustalla oli LED-valaistuksen kustannusten lasku ja eri aallonpituuksien tuottamisen kehittyminen niin, että LED-teknologiaa pystyttiin hyödyntämään uusilla alueilla, kuten kasvien kasvun kannalta optimaalisen keinovalaistuksen luomiseen edullisesti. Japanissa ja Suomessakin oli jo kaupallistettu LED-valaistukseen perustuvaa sisäviljelyä, ja kotikasvatuslaitteita oli jo markkinoilla.

Vuonna 2017-18 toteutettuun ennakointiin tämä sisäviljelyn teknologiakori otettiin siis uutena arvioitavana mukaan. Samalla viljelyn robotisaatio liitettiin osaksi tätä teknologiakoria, koska ennakointihankkeen perustana toimivassa joukkoistetussa teknologiauutisuurannassa tuli jatkuvasti esiin havaintoja siitä, että alati teknistyvä ruuantuotanto on robotisoitumassa. Tämä trendi mahdollistaa ulkoviljelyn vähittäisen automaation ohella yhtä lailla sisäviljelyn mittakaavan laajentamisen.

Lisäksi teknologiautisia haravoivassa Facebook-ryhmässä⁵ seulottiin sisäviljelyyn liittyviä teknologiautisia, joista 22 on hankeraportissa ja 37 hankeraportin digitaalisen version liitteessä 7. Ennen kuin ryhmäläiset jakavat löydöksiään, he ovat tarkistaneet internet-hakujen avulla, että kyse on todellisesta ilmiöstä, josta löytyy useita toisistaan riippumattomia lähteitä. Usein linkityksestä seuraa keskustelua, ja muut ryhmäläiset saattavat löytää samasta aiheesta vielä informatiivisemman tai tuoreempaa edistysaskelta esittelevän linkin, joka lopulta päädytään jättämään Facebook-alustalle alkuperäisen linkin sijasta. Tällaisen prosessin tuloksena Facebook-ryhmästä ja hankeraportista löytyvät esimerkiksi Risto Linturin linkitys Helsingin Sanomissa 15.8.2015 julkaistuun uutiseen vantaalaisesta salaatin kasvatustehtaasta, Aleksi Rossin jakama linkki 8.1.2016 Huffington Postin YouTubessa julkaisemaan videoon, jossa esitellään kaupallista sisäviljelykonttia, Jussi Tunkkarin löytämä Maaseudun Tulevaisuudessa 4.1.2017 julkaistu uutinen siitä, että Luke alkaa testata perunoiden LED-viljelyä pyhäjärveläisessä kaivoksessa keväällä 2017, sekä Risto Linturin jakama, Nordic Business Insider -sivustolla 3.11.2017 julkaistu uutinen, jonka mukaan Seattlen lähistölle ollaan keväällä 2018 avaamassa yli hehtaarin kokoista vertikaaliviljelmää, joka tuottaa vuodessa yli 2 miljoonaa kiloa yrttejä, vihanneksia ja hedelmiä ilman multaa ja kasvinsuojeluaineita, LED-valaistuksen avulla.

Facebook-ryhmään linkitettyjen havaintojen kokonaisuuden pohjalta hankkeen päävastuullinen toteuttaja, Risto Linturi, arvioi LED-perustaisen, robotisoidun sisäviljelyn kypsyysasteen 7-portaisella asteikolla tasolle 6. Tällä toiseksi ylimmällä tasolla teknologiakorin

³ TUVJ 2/2013 Tulevaisuuden radikaalit teknologiset ratkaisut

⁴ TUVJ 1/2016 Teknologiamurros 2013-2016: Esiselvitys radikaalien teknologioiden kehityksestä 2013 katsauksen jälkeen

⁵ <https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/>

tuotteita toimitetaan asiakkaille kasvavassa määrin ja mittakaavaetujen odotetaan laskevan hintoja merkittävästi. T&K-toiminta pohjautuu jo ainakin osittain tulorahoitukseen ja tuotannon laajentaminen on selkeästi rahoitettu (kypsyyskriteerit löytyvät hankeraportin luvun 2 alusta). Sisäviljelyyn liittyvissä havainnoissa oli useita esimerkkejä omarahoituksesta kehitystyöstä ja laajenevista liiketoiminta- ja sovellusaloista, ja siksi sen kehityksen nopeaan etenemiseen arvioidaan liittyvän enää vain vähäisiä riskejä.

Linturi antoi myös alla olevan taulukon mukaiset vaikuttavuuspisteet sisäviljelyn teknologiakorille suhteessa kaikkiin arvonaluontiverkostoihin. Pisteytys on hankeraportin toisen kirjoittajan, Osmo Kuusen, tarkistama. Lisäksi sitä ovat voineet Facebook-ryhmässä kommentoida kaikki aiheesta kiinnostuneet.

Teknologiakori 67 LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely		
AVID	Vaikuttavuuspisteet kussakin arvonaluontiverkostossa	Arvo
Henkilöliikenne		0
Tavaraliikenne	Elintarvikelogistiikan tarpeet muuttuvat täydellisesti viljelyn siirtyessä syklisestä ja maatalousvaltaisesta jatkuvaan kaupunki- ja tehdasviljelyyn.	5
Tavaroiden valmistus		0
Ravinto	Elintarviketeollisuuden transformaatio syklisestä maataloudesta jatkuvaan ja tarpeen mukaiseen hajautettuun kaupunki- ja tehdasviljelyyn.	20
Energia	LED-viljely tulee olemaan merkittävä energian kuluttaja ja säätövoiman tarpeen vähentäjä.	5
Materiaalit	Raaka-ainetehokkuus paranee suljetussa kierrossa.	3
Rakennettu ympäristö	Peltomaan ja kasvihuoneiden tarve vähenee ja sisätilojen käyttö viljelyssä kasvaa. Sisätilojen kosteuskäytävyyden tarve lisääntyy.	5
Vaihdanta	Elintarvikkeiden kauppa muuttuu tuotannon hajautuksessa kaupunkeihin.	3
Etävaikuttaminen	Viljelyä voidaan kauko-ohjata ja kokonaistoiminnallisuus robottiviljelyyn toimittaa globaalisti.	3
Työn korvaus koneilla	LED-viljely helpottaa elintarviketuotannon robotisointia.	3
Työ ja ansainta	Elintarvikkeiden pientuotannon lisääntyminen laajentaa omavaraistalouden osuutta.	3
Terveys	Yksilöllisen tarpeen mukaisen tuotannon lisääminen ja tuoreuden paraneminen lähivalmistuksen avulla parantaa ruoan terveysvaikutuksia.	3
Toimintakyvyn avust.		0
Havainnot ja tietäm.		0
Osaaminen ja näyttö		0
Elämykset	Yksilöllinen puutarha ja mahdollinen GMO-tuotanto voivat aikaansaada elämyksiä.	3
Turvallisuus	Yksilöllinen viljely lisää ja vähentää turvallisuutta. Huoltovarmuus kasvaa.	3
Yhteistyökyky		0

Teknologiakori 67 LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely		
Tarkoituksellisuus	Mikään ei ole niin tärkeää kuin puutarhanhoito - merkityksellisyys kasvaa.	5
Valtarakenteet		0

LED-viljely, kaupunkiviljely ja robottiviljely –teknologiakorille arvioidut vaikuttavuuspisteet eri arvontiverkostoissa vuonna 2037.

Sisäviljelyn vaikuttavuuspisteet ravinnontuotannon arvontiverkostoon ovat luonnollisesti suurimmat, 20 pistettä. Ennakointimenetelmän kriteereiden (raportin luvussa 1) mukaan tämän maksimipistemäärä kuuluu teknologiakorille, jonka kehitys on välttämätön osa tärkeimpänä kuvattua transformatiivista vaikutusta arvontiverkoston toimintatapaan. Ravinnontuotannon transformaatio siis rakentuu nimenomaan robotisoidun sisäviljelykonseptin ympärille.

Sisäviljelyn ei arvioitu vaikuttavan transformatiivisesti minkään muun arvontiverkoston päämäärään, joten se ei saanut 10 pistettä mistään arvontiverkostosta. Ennakointimenetelmän kriteerien mukaan teknologiakori saa 5 vaikuttavuuspistettä, mikäli sen *"kehityksestä on merkittävää hyötyä arvontiverkoston päämäärään liittyvän arvontakanalta tai se on tärkeä kokonaisuutta, joka edistää varsinaista päämäärää transformatiivisesti. Merkittävänä voidaan pitää taloudellista vaikutusta 100–1000 miljoonan euron vuositasolla tai henkilötasolla 50–500 miljoonan henkilötunnin vaikutusta vuosittaiseen arkeen"* Suomessa. Sisäviljelyn arvioitiin vaikuttavan tällä tavalla tavaraliikenteen, rakennetun ympäristön, energian ja elämysten arvontiverkostoihin. Esimerkiksi rakennetun ympäristön arvontiverkoston päämäärä on, että ihmisillä, eläimillä, laitteilla ja kasveilla on sijainniltaan ja olosuhteiltaan liikkumiseen ja toimintaan tarpeenmukaiset tilat. Sisäviljelyn yleistyminen vaikuttaisi tilojen käyttöön merkittävästi. Kun oletetaan, että liikenteen muuttuessa robotisoiduksi palveluksi autojen parkkeeraustarve vähenee merkittävästi, jolloin esimerkiksi parkkiluolia tullaan muuttamaan sisäviljelykäyttöön, mikä vaatii uudenlaista robotiikkaa ja lämpötilan ja kosteuden säätelyä. Taloudellisia vaikutuksia on ennakoitu yhdistelemällä arvioita rakennus- ja kunnossapitoalojen nykyisestä volyymistä karkeisiin arvioihin siitä, paljonko keskimääräinen suomalainen saattaisi käyttää aikaa tai rahaa sisäviljelmiin tulevaisuudessa ja kerrotaan se arvioidulla kansalaisten määrällä.

Samaan tapaan on arvioitu, että kahdeksassa arvontiverkostossa sisäviljely voisi vuoteen 2037 mennessä täyttää kolmen pisteen kriteerin: *"3 pistettä annetaan, jos teknologiakorin kehityksestä on olennaista hyötyä arvontiverkoston päämäärään liittyvän arvontakanalta tai se on osa kokonaisuutta, joka edistää varsinaista päämäärää olennaisesti."* Edelleen vähäisemmän yhden pisteen kriteerin ei arvioitu olevan ajankohtainen minkään arvontiverkoston osalta v. 2037.

Robotisoitu sisäviljely saa lopullisen kokonaisarvionsa, 384 pistettä, kun lasketaan eri arvontiverkostojen tuottamat vaikuttavuuspisteet yhteen (= 64 p.) ja kerrotaan ne teknologiakorin kypsyysarvolla, joka sisäviljelyllä oli 6. Toisin sanoen, sisäviljelyn potentiaali siis kerrotaan sen epävarmuudella. Saadulla luvulla esimerkikiori sijoittuu sadan teknologiakorin joukossa vaikuttavuudeltaan korkeimpaan neljännekseen, jonka edustajat saavat raportissa ****-merkinnän.

On huomattava, että tällä pisteytysmenetelmällä haetaan ennen muuta vaikutusten suuruutta yhteiskuntarakenteisiin, joten pisteytys suosii teknologioita, joiden vaikutus ulottuu useisiin eri arvonaluontiverkostoihin. Esimerkiksi pienydinvoimaloiden aikaansaamisen on arvioitu vaikuttavan vähäisempään määrään arvonaluontiverkostoja: 10 pisteen verran energian arvonaluontiverkostoon ja 5 pisteellä rakennetun ympäristön arvonaluontiverkostoon ja kolmella pisteellä neljään muuhun arvonaluontiverkostoon, saaden yhteensä 27 vaikuttavuuspistettä. Alalla on kuitenkin havaittu huomattavaa teknologista edistystä sitten vuoden 2013 ennakkoinnin. Esimerkiksi useita erilaisia reaktorikonsepteja testataan parhaillaan eri puolilla maailmaa. Tämän takia pienydinvoimaloiden kypsyysarvoksi on määritetty 3. Kun vaikuttavuuspisteet kerrotaan kypsyysarvolla, saadaan yhteensä 81 pistettä. Pienydinvoimaloiden teknologiakori sijoittuu sadan teknologiakorin listalla alaneljänneeseen, saaden *-merkinnän.

Liite 3: Muutokset siinä, mitä teknologiakoreja arvioinnissa seurataan

Kuten ensimmäisessä ennakointiraportissa vuonna 2013⁶, niin myös tässä päivitystyössä kerätyt havainnot radikaalien teknologioiden etenemisestä on pyritty järjestämään sadaksi teknologiakoriksi. Korit eivät kuitenkaan ole kaikin osin samat kuin vuonna 2013. Tämä johtuu aiempaa laajemmasta ja pitkäaikaisemmasta seurannasta sekä nopeutuneesta teknologisesta kehityksestä.

Ensinnäkin, raportista on karsittu useita aiemmin itsenäisesti seurattuja teknologiakoreja. Pääsääntöisesti kyse on vähäisten ja toisiin koreihin sulautuvien yksityiskohtien yhdistämisestä, laajojen ja tärkeiden kokonaisuuksien jakautumisesta tai uuden ymmärryksen ohjaamasta näkökulman muutoksesta. Toiseksi, raportissa on koreja, joihin liittyvistä teknologioista ei ollut havaintoja tai, jotka aiemmin etenivät vain hitaasti. Nyt havaintoja on aiempaa huomattavasti moninaisemmista muutoksista. Kolmanneksi, useita koreja on laajennettu siten, että korin käsittelemän ongelma-alueen raja on selkeämpi. Esimerkiksi pitkien DNA-sekvenssien lukeminen ja kirjoittaminen on yhdistetty samaan koriin.

Seurattavien teknologiakorien uudistustarvetta käsiteltiin yksityiskohtaisesti Teknologiamurros 2013–2016 -raportissa⁷ ja muutokset ovat pääsääntöisesti siellä esitetyn mukaisia.

Plasmoniikka on esimerkki uudesta tieteellisestä ilmiöalueesta, joka on otettu seurattavaksi. Kyseessä on valon (fotonien) manipulointi sähköön avulla. Alan sovelluksia on vielä vaikea ennakoida, mutta ne tulevat liittymään ainakin tiedonsiirtoon ja materiaalien uudelaistamiseen optisiin ominaisuuksiin. Toisaalta jo pitkään erityistarkoituksissa käytössä olleet ja vain hitaasti kehittyneet VR-lasit on lisätty uudeksi seurattavaksi teknologiakoriksi, koska nopeampi kehitysvaihe ja läpimurto kuluttajatuotteiksi on selkeästi käynnistynyt.

Esimerkkinä toiseen teknologiakoriin sulautetusta korista toimii vuoden 2013 ennakkoinnissa esiintynyt synteettinen ruston korvaaja, joka on sulautettu Elinten korjaaminen ja so-
lulviljely -teknologiakoriin. Esimerkkinä teknologiakorin poistumisesta kehityksen hidastumisen seurauksena voidaan todeta ruiskutettavat tekstiilit, joka esiintyi viimeaikaisissa havainnoissa edelleen yhden yrityksen patentoimana teknologiana, jonka kaupalliset sovellukset eivät vielä ole markkinoilla.

Teknologiakori on voitu poistaa listalta myös nopean kasvun seurauksena. Tällöin teknologiakori valtavirtaistuu eikä sitä enää pidetä radikaalina. Hyvä esimerkki tästä on Avoin data ja Big data, joka nousi edellisen raportin ykköseksi. Datan saatavuus oli aiemmin monen hyvän ratkaisun esteenä. Datan saatavuuden helpottumisen nähtiin avaavan suuria mahdollisuuksia. Kategorioiden muodostuksessa tärkein huomio tulee kiinnittää siihen ongelma-alueeseen, joka muodostaa arvonluonnin kehityksessä pullonkaulan. Sen avaaminen

⁶ TUVJ 6/2013 Suomen sata uutta mahdollisuutta: radikaalit teknologiset ratkaisut

⁷ TUVJ 1/2016 Teknologiamurros 2013-2016: Esiselvitys radikaalien teknologioiden kehityksestä 2013 katsauksen jälkeen

siirtää ongelman yleensä toiseen solmukohtaan. Datan saatavuus onkin nopeasti helpottunut niin paljon, että ongelmakohdaksi tai pullonkaulaksi on sen sijaan vaihtunut datan siirto, prosessointi ja tekoäly. Näillä alueilla onkin havaittavissa merkittävää kehitystä.

Avoin data ja Big data -kori on siis ainakin toistaiseksi poistunut kypsyneenä ja tehtävänsä tehneenä teknologiakorina, vaikka kehitys silläkin alueella edelleen jatkuu. Huomio on sen sijaan kiinnitetty datan käsittelyyn. Tekoölyyn liittyviä koreja on lisätty, massiivisen datan prosessointiin ja siirtoon sekä yhteiskunnalliseen sääntelyyn ja globaaleihin vaikutuksiin liittyviä koreja on lisätty sekä rajoituksia ja kuvauksia täsmennetty. Laajan alueen yksityiskohtaisempaan tarkasteluun on siirrytty myös työn muutokseen liittyvissä koreissa. Kumpaakin muutosta suositeltiin jo Teknologiamurros 2013–2016 raportissa.

Liite 4: Geneerisyystaulukko

Järjestys	Teknologiakori	Geneerisyysluku
1	Neuroverkot ja syväoppiminen	3820
2	AI:n tekemä globaali työ	3021
3	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	2010
4	Materiaalitutka - hyperpektrikamera	1854
5	Laskentatehon radikaali kasvu	1760
6	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	1666
7	Kasvojen ja emotioiden tunnistus sekä projisointi	1598
8	Puheentunnistus, puhesynteesi ja tulkkaus	1581
9	Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	1455
10	Kaupallisen alustatyön välittäminen	1455
11	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	1445
12	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	1328
13	VR-lasit ja lisätty todellisuus	1326
14	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	1296
15	Aurinkosähkön nopea kehitys	1260
16	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	1260
17	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ	1245
18	Kuvantaminen ja paikannus	1209
19	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	1170
20	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	1095
21	Globaali langaton laajakaista	1080
22	Tavaroiden 3D-tulostus	1072
23	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	1050
24	Uudet robotisoidut palvelut	1050
25	Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen	992
26	DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	990
27	Robottiekosysteemien rajapinnat	945
28	Biosirut / "Lab on a chip"	924
29	Elektroniikan ja biologian kyborgit	923
30	Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	910
31	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	896
32	Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	858
33	Digitaide- ja digielämysalustat	826
34	Radikaali eliniän pidentäminen	816
35	Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	798

36	Nelikopterit ja muut lentävät dronet	793
37	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	770
38	MyData & GDPR	770
39	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	720
40	Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	710
41	Keinotekoinen lihas ja keinotekoinen iho	636
42	IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit	627
43	Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu	624
44	Herkät robottisormet ja -kädet	612
45	Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit	594
46	AR&VR-alustat ja sisältästandarit	564
47	Tekoälyn asiantuntijasovellusten opetusaineistot	550
48	Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	531
49	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	528
50	Makean veden tuottaminen	516
51	Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet	506
52	Salattu ja anonymi tietoliikenne	490
53	Nopeat ja tiheät muistimateriaalit	484
54	Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	460
55	Lähi- ja talkootyön alustat	451
56	Kevyet ja lujat tai eristävät materiaalit	440
57	Avaruuden helpompi saavuttaminen	429
58	GMO-tuotetut aineet ja elimet	410
59	Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	400
60	Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen	384
61	Itseorganisointuvuus ja parviäly	380
62	Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus	374
63	Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet	370
64	Antibakteeriset ja likaa hylkivät pinnat	363
65	Liikkeisiin perustuvat ja haptiset ohjaimet	360
66	Dementian ehkäisy ja hoito	352
67	Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt	336
68	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	312
69	Radikaali vesiliikenne	312
70	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	297
71	Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina	294
72	Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus	290
73	Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat	280
74	Johdoton sähkönsiirto	279
75	LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka	273

76	Nanohiukkaset ja mikrobotit elimistössä	264
77	Off-Grid ja Micro-Grid -ratkaisut	240
78	Elinten korjaaminen ja soluviljely	224
79	Kryptoraha ja muu pankit ohittava valuutta	220
80	Biomateriaalien kryogeniikka	208
81	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	205
82	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	204
83	Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi	198
84	Robottiräätäli	186
85	Aurinkolämpö, lämmön varastointi ja käyttö	176
86	Suurteholaserit, sädeaseet, magneettiaseet	175
87	Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	162
88	CO ₂ -talteenotto ja käyttö raaka-aineena	162
89	Pienydinvoimalat, fissio ja fuusio	162
90	Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus	161
91	Kyberhyönteinen ja muu biomimetiikka	161
92	Kevyet henkilölennättimet	160
93	Kineettisen energian talteenotto	154
94	Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineiksi	144
95	Energian massiiviset sähkövarastot	116
96	Kitkattomat pinnat ja levitaatio	108
97	Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit	104
98	Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu	76
99	Vedyn edullinen säilytys	60
100	Uudet tavarain/aineen manipulointitavat	27

Liite 5: Kehitysnopeus

Järjestys	Teknologiakori	Kehitysnopeus
1	P2P-luottamusratkaisut, lohkoketju	13,8
2	MyData & GDPR	13,0
3	Biotekninen liha ja lihaimitaatiot	12,1
4	AI:n tekemä globaali työ	12,0
5	Pienet hiukkaskiihdyttimet, femto- ja nanolaserit	12,0
6	Neuroverkot ja syväoppiminen	11,4
7	LED-viljely, kaupunkiviljely, robottiviljely	10,8
8	Verbot/chatbot - keskustelevat ja kirjalliset robotit	10,0
9	AR&VR-alustat ja sisältästandarit	10,0
10	Uudet erotustekniikat ja kiertotalous	10,0
11	Halpa pieni polttokenno ja mikroturbiini-CHP	10,0
12	Radikaali vesiliikenne	10,0
13	Hyperloop ja muu tunnelitekniikka	9,6
14	Solun metabolia, mikrobiome ja genetiikka	9,0
15	Kvanttitietokoneet ja kvanttikommunikaatio	8,2
16	Kulkuneuvojen uudet voimanlähteet	7,8
17	Itseorganisoituvuus ja parviäly	7,8
18	Uudet tavarain/aineen manipulointitavat	7,8
19	Globaali langaton laajakaista	7,2
20	Perimän editointitekniikat, CRISPR/Cas9	7,0
21	Vedyn edullinen säilytys	6,6
22	Elinten ja biomateriaalien 3D-tulostus	6,5
23	Nopeat ja tiheät muistimateriaalit	6,5
24	Puheentunnistus, puheenteesi ja tulkkaus	6,4
25	VR-lasit ja lisätty todellisuus	6,0
26	Uudet robotisoidut palvelut	6,0
27	Digitaide- ja digielämysalustat	6,0
28	Radikaalit uudet elektroniikkamateriaalit	6,0
29	Älymateriaalit ja niiden simulointitekniikat	6,0
30	Biomateriaalien kryogeniikka	6,0
31	Off-Grid ja Micro-Grid -ratkaisut	6,0
32	Suurteholaserit, sädeaseet, magneettiseet	5,9
33	DNA-luenta ja kirjoittaminen (full genome)	5,6
34	Nelikopterit ja muut lentävät dronet	5,4
35	Robottiauto henkilö- ja tavaraliikenteessä	5,4

36	Radikaali eliniän pidentäminen	5,3
37	M2M-kauppa ja muu verkkokauppa	5,2
38	Nanomateriaalien tuotanto raaka-aineiksi	5,2
39	Kuvantaminen ja paikannus	5,1
40	Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus	5,0
41	Elinten korjaaminen ja soluviljely	5,0
42	Ympäristön reaaliaikainen 3D-hahmotus	4,8
43	Fyysinen etiäistyö ja AI:n johtama työ	4,8
44	CO2-talteenotto ja käyttö raaka-aineena	4,8
45	Assosiatiiviset muistit ja hermoverkkoprosessorit	4,7
46	Akkujen ja kondensaattorien nopea kehitys	4,5
47	Nanohiukkaset ja mikrobotit elimistössä	4,4
48	Robottiräätäli	4,4
49	Ubiikki ympäristö ja tavaroiden internet	4,3
50	Salattu ja anonyymi tietoliikenne	4,3
51	Kyberhyönteinen ja muu biomimetikka	4,2
52	Makean veden tuottaminen	4,2
53	Elektroniikan ja biologian kyborgit	4,2
54	Aurinkosähkön nopea kehitys	4,2
55	IR, THz ja GHz, lähetin- ja vastaanotinpiirit	4,1
56	Keinotekoinen lihas ja keinotekoinen iho	4,0
57	Kevyet henkilölennättimet	3,8
58	Materiaalitutka - hyperpektrikamera	3,7
59	Hahmontunnistusalustat ja muut AI-alustat	3,6
60	Tavaroiden 3D-tulostus	3,5
61	Avaruuden helpompi saavuttaminen	3,5
62	Ajatusten luku ja muokkaus suoraan aivoista	3,4
63	Kävelevä robotti ja kävelyavustajat	3,4
64	Keinotekoinen fotosynteesi, synteettiset hiilivedyt	3,2
65	Kasvojen ja emootioiden tunnistus sekä projisointi	3,1
66	Kaupallisen alustatyön välittäminen	2,9
67	Pienydinvoimalat, fissio ja fuusio	2,9
68	Kuluttajahintaiset kehon analysaattorit	2,6
69	Energian massiiviset sähkövarastot	2,5
70	Pilvilaskenta- ja tallennuspalvelut	2,5
71	Nanomateriaalit kuituina, kankaina ja lujitteina	2,4
72	Teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit	2,4
73	Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu	2,3
74	Rakennusten ja rakenteiden 3D-tulostus	2,2
75	Kevyet ja lujat tai eristävät materiaalit	2,1

76	Kitkattomat pinnat ja levitaatio	2,0
77	LiFi-verkot ja muu LED-tekniikka	1,9
78	Laskentatehon radikaali kasvu	1,7
79	Kevyet henkilö- ja tavarakuljettimet	1,7
80	Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus	1,4
81	Käänteinen oppiminen ja osaamisen näyttö	1,3
82	Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus	1,2
83	Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet	0,9
84	Robottiekosysteemien rajapinnat	0,6
85	Herkät robottisormet ja -kädet	0,5
86	Johdoton sähkönsiirto	0,0
87	Dementian ehkäisy ja hoito	-0,1
88	Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen	-0,1
89	Antibakteeriset ja likaa hylkivät pinnat	-0,1
90	Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen	-0,1
91	Kineettisen energian talteenotto	-0,2
92	Biosirut / "Lab on a chip"	-0,4
93	GMO-tuotetut aineet ja elimet	-0,8
94	Plasmoniikka ja muu fotonien manipulointi	-1,5
95	Aurinkolämpö, lämmön varastointi ja käyttö	-1,5
96	Liikkeisiin perustuvat ja haptiset ohjaimet	-1,6
97	Kryptoraha ja muu pankit ohittava valuutta	-1,6
98	Kasvi- ja eläinkuidut, nanosellu	-2,3
99	Lähi- ja talkootyön alustat	-2,6
100	Tekoälyn asiantuntijasovellusten opetusaineistot	-3,3

Liite 6: Vuonna 2013 tehdyn alkuperäisen ennakkoinnin tulosten yhteenvetotaulukko vertailusta kiinnostuneille

		Kypsyys 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiövalmistus ja teollisuuden murros	Kauppa ja palveluiden virtuaalisoituminen	Lähiöruoka ja funktionaalinen ravinto	Etäläisäolo ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen ja opetuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. teveydenh.	Toimintakäytön lisääminen toimintakykyä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavarankäytön toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia- ja teknologiat	Raaka-aineet hyödyntämättömyyden alueita ja avaruudesta	Vihi./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisoituminen	Demokr., vapaus ja sos. kohesio	Yhteispisteet 1.1.-1.20
								1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	
****	2.19 Avoin data ja Big data	4		1	1	1	446	5	3	1	3	5	3	10	5	1	5	1	5	3	3	5	1	1	10	1	10	81
****	2.13 Vapaasti organisoituva etätyö ja netissä muodostuvat organisaatiot	4		1	1	1	413	5	5	3	5	5	5	5	3	3	1		1		1	5	3	5	10	5	5	75
****	2.22 Laajennetun todellisuuden välineet	4		1	1	1	391	1	5	1	#		10	5	3	3	5	1	5		3	5	3	3	3	5		71
****	2.20 Yhteistyön ja yhteiskunnan pelillistäminen	4		1	1	2	384	1	1	3	5	1	1	3	3	3			1	1		20		3	5	3	10	64
****	2.72 Äärimmäisen tiheät, kvantti-ilmiöt huomioon ottavat prosessorit	4	2				370	5	5	1	3	1	5	10	3	5	1	5	5	3	1	10	1	1	3	5	1	74
****	2.12 Oppimisen uudelleenorganisointi	4		1		1	325			3	3	5	5	10	5	3	5		1		1	5	3	1	5	5	5	65
****	2.45 Robottiauto	3		1	1	2	325	20	10		3		1			3	3		1	5	5	1	3	3	1	1	5	65

		Kypsyys 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiälytys ja teoll. rakenteen murros	Kauppa ja palveluiden virtuaalisointi	Lähiuoka ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäkö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen & opetuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil. tuk. omat & yksil. terveydenh.	Toimintakäynnin lisääminen toimintakäynninä menettämällä	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaalit	Tavarankäytön toiminnalliset lisäarvot	Kestävä kehitys- ja energiateknologiat	Rakennus- ja avaruudesta mitä alueita ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointi	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1-1.20
****	2.02 Tauteja, fysiologisia tiloja ja organismien ominaisuuksia nopeasti ja halvalla tunnistavat biosirut tai biosensorit	3	2	1	1	1	325			3	10			5	20	5	5	1		1			5	1	1	1	1	59
****	2.56 Tavaroiden 3D-tulostus	4		1	1	2	312			10	5		1	1	3	3		5	5	1	1	3	3		5	1	5	52
****	2.28 Pilvilaskenta, massiivinen keskitetty data ja prosessointiteho	4		1	1	1	308	3	3	3	3	1	1	10	3	1	5	1	1	1		5	3	1	3	3	5	56
****	2.43 Painettavat yms halvat sensorit	3	1		1	2	305	1	5	3	1	5	1	3	5	5	10	1	10		3		1	5	1		1	61
****	2.82 Nopeasti halventuva aurinkoenergia	4		1	1	2	288	1	1	3		3						5		10	5			10	5		5	48
****	2.07 Henkilökohtainen oman kehon analysaattori	4			1	2	275			3	10	1	3	10	3	1		1			1	1	1	1	5	5	5	50
****	2.01 Rutiniomainen kattava DNA-luenta	4	2		1	1	258			1	3			5	10	5	5	1	1	3		1	3		1	3	1	43
****	2.40 Materiaalitutka	3			1	1	256	3	5	3	1	3	1	1	5	1	10	10	1	5	10	1	3				1	64
****	2.09 Dementiaa ehkäisevä lääkitys	3	2		1	2	248					1		10	10	20	1								1	1	1	45
****	2.53 Modulaarinen robotiikka	3		1	1	1	248		1	5	3	5	5	1		3	1		5	1	10	1	5	1	5		3	55
****	2.89 Kevyet tehokkaat nopeasti ladattavat akut ja kondensaattorit	4			1	2	242	3	3		1		5	1	1	1	5		5	5	1	5	3			5		44

		Kypsyy 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiälyt ja teoll. rakenteen murros	Kauppa ja palveluiden virtuaalisointi	Lähiuoka ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäkö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen&opastuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toimintakykynsä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavarat älykkyyden toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia-teknot	Raaka-aineet hyödyntämättömitä alueilta ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointi	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1.-1.20	
****	2.74 Antibakteeriset ja muut likaa hylkivät materiaalit ja pinnat	4	1	1	1	3	238		1	1		3	1		5	5		10		3				5					34
****	2.32 Ympäristön reaaliaikainen 3D-mallinnus	3			1	1	236	10	10	1	3		5	1		1	1		1		5	5	10	3	1	1	1	1	59
****	2.23 Haptiset käyttöliittymät	3			1	2	225	1	3	1	5		10	3		5	1	1	5		3	5	1	1	1	3	1	1	50
****	2.21 Liikkeisiin perustuvat käytönohjaimet	4				2	220	1	5	1	3		10	3	1	3	1	1	1		1	5	1	5	1	1			44
****	2.99 Sähköraha, aikapankit	4				1	216		3	3	3	5	1	1	3	1	1		1			5	1		10	5	5	5	48
****	2.70 Robottijalat ja liikkumista vahvistava haarniska	4		1		2	209		1	5	1			1	1	5		1	1		5	5	3		1	5	3	3	38
****	2.78 Nanosellu ja mikrokuitusellu	4	1		1	3	208			3		1					10	5	5		1	1	5				1	32	
***	2.54 Kävelevä, kädellinen robotti	3				2	204	1	5	1	5		10	5	3	3	1		1	1		3	1	5			5	1	51
***	2.30 Hahmontunnistus ja hahmojen hakupalvelut	4			1	1	200	5	5	3	1		1	5	1	1	5			1		1	5	3	1	1	1	1	40
***	2.39 Linssitön kuvantaminen ja laskennallisesti muodostetut kuvat	3	1		1	2	200	5	5	1	1		1		1		3	5	5		5	3	1	1		3			40
***	2.97 Langaton siirto 2.5 terabitia sekunnissa (vortex beam)	2			1	3	200	1	1		3		1	5		1	10		1			10	1	1	5	5	5	5	50
***	2.04 Geenitietoon perustuvat lääkkeet	3	2	1	1	1	193				1	3		5	10	10		1					3				1	1	35
***	2.14 Ihmisten tunnistus (dna, kamera)	3				2	188	1	3	1	3		5	3	3	1	5		1			3	10	3	1	1	3	3	47

		Kypsyy 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiälyt ja teoll. rakenteen murros	Kauppa ja palveluiden virtuaalisointi	Lähiälyä ja funktionaalinen ravinto	Etätyö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen ja opastuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toimintakykyä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavaran älykkyyden toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia-tekologiat	Raaka-aineet hyödyntämättömmiltä alueilta ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointi	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1.-1.20	
***	2.31 Kappaleiden helppo 3D-kuvantaminen	4		1			185		3	10	5		1	1		1		3	1			5	1		5		5	41	
***	2.52 Kevyet jatkuvasti lentävät laitteet	3			1	2	180	1	1		1		1				5	1		1	5	1	20		1	1	1	1	40
***	2.17 Puheentunnistus ja simultaanitulkkkaus	3	1			1	172		1	3	3		3	10	3	3	3					5	1	1	1	1	1	5	43
***	2.38 Halpa LIDAR (Laser Radar)	4				1	171	5	5	1			5	1		1	5		1		1	5	5	1	1	1	1		38
***	2.91 Aurinkolämpö ja lämmön pitkäaikainen varastointi	4			1	2	171			5										10				10	3		3	31	
***	2.68 Elämän simulointi solutasolla ja keinosolu	2	2		1	1	168				1	10		1	3	5	5	5	1	5	5		1						42
***	2.71 Geenimuunnellut organismit monikäyttöisten materiaalien tuottajina	3	2			2	160			1		10						10		5	5			1					32
***	2.47 Nelikopterit	4		1		1	155	1	5	1	1		5	1		1	5		1	1		1	1	5	1	1		1	31
***	2.16 Henkilökohtaisen elämän talennus ja sisältöhaaku	4				1	153	1		1	3		1	5	3	3	1		1			5	3		1	5	1	1	34
***	2.80 Kevyet ja lujat materiaalit	3			1	2	149		1	1			1			1	3	10	5	3	1	1	1	5					33
***	2.61 Herkät etätyöhön kykenevät robottisormet ja kädet	3	1			1	148		3	3	5	1	5	1	1	1		1	1			5	1		3	5	1	1	37
***	2.15 Emootioiden projisointi ja automaattinen tunnistaminen	3		1		1	148				3		1	5	3	5	1		1			10	1	3	1	3			37

		Kypsyys 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiälyt ja teoll. rakenteen murros	Kauppa ja palveluiden virtuaalisointi	Lähiuoma ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäkö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen&opastuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toimintakyvynsä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavarat älykkyyden toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia-teknot	Raaka-aineet hyödyntämättömitä alueilta ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointi	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1.-1.20
***	2.24 Suuret kosketusnäytöt	4			1		144			1	5		1	3	3	1		3			5	1	5	1	3		32	
***	2.46 1- ja 2-pyöräiset henkilö- & tavarakuji	4				1	140	3	5	1	1		1		1	3		1	5		1	1	5			3	31	
***	2.41 Halvat kaasujen tunnistimet	3	1			1	136		1	1	1	1	1		1	3	3	1	3	5	5		5	3			34	
***	2.90 Energian massiivinen varastointi suurtehoakkuihin	3		1	1	2	135			3								1	10	3		1	1	5		3	27	
***	2.36 Aivojen simulointi, kartoitus	3	1		1		132	1	1		1		1	10	3	5	1	1	1		5	1		1	1		33	
***	2.29 Grid computing, käsittelykapasiteetin hajautus	4			1	1	130			1	1		1	1	1	1		3			3	5			3	1	5	26
***	2.44 Terahertsiaaltojen manipulointi grafeenilla	3	1			1	128		3	1	1	1			1	1	5	5	1	5	5		3				32	
**	2.87 Piezosähköiset energialähteet, kineettisen energian talteenotto	2	1		1	2	120	3	3				1		1	1	3	1	5	5		1	1	3	1	1		30
**	2.26 Suora ohjaus ajatuksilla	3					117		1		1		5	1	3	10	1		5			5	1	1	1	3	1	39
**	2.60 Robottikirurgia ja muu biologisten objektien leikkaaminen	4			1	1	115			1	3	1	5		1	10		1			1							23
**	2.98 Monikanavainen kommunikointi, ohjelmistopohjainen tietoverkkojen hallinta	3			1	2	113	1	1		1		1	1	1	1	1		1		1	5	1		1	3	5	25

		Kypsyyks 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiälytys ja teoll. rakenteen muutos	Kauppa ja palveluiden virtuaalisointi	Lähiuoma ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäolo ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen&opetuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toimintakykynsä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaalit&teknologiat	Tavaran älykkyyden toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia-teknologiat	Raaka-aineet hyödyntämättömitä alueita ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointi	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1-1.20		
**	2.51 Cubesat-nanosatelliitit ja avaruuden helpompi saavuttaminen	4			1	1	110				1		1				5	3		1	5	1	3		1			1	22	
**	2.06 Eliniän pidentäminen ja ikääntymisen hidastaminen	2	2			1	105					5		3	10	5						1			3	1	1	1	1	30
**	2.57 Rakennusten 3D-tulostus	2				2	105			5	5		1					10		1	1	1		5	1			5	35	
**	2.93 Johdoton voimansiirto (magnetismi), mm. sähköautoihin, sähkölaitteisiin	4				1	104	1	1				1				1		10		5	3			1					23
**	2.08 Aivojen korjaaminen ja kykyjen kasvattaminen	2	1			1	102				1		1	5	10	10	1		1				1	1	1	1	1	1		34
**	2.77 Nanohiili lujitteena tai toiminnallisena pintana	3	1		1	2	100			1						1	1	5	5				1	1	5					20
**	2.27 Nanohiili joustavan näyttölaitteen pintana, valaisimena	3	1		1	1	99	1					5	1			1	1	5	1	1	5		1						22
**	2.83 Tehokkaat kevyet aurinkopaneelit	2		1		1	99		1		1		1		1	1	3	3	5	5	5	1	3	1	1	1	1			33
**	2.85 Nestemäisten polttoain. tuotanto entsyymien, bakteerien ja levien avulla	3			1	3	95	1	1	1								5		5	5		1							19
**	2.25 Digitaalipeili	3					93			3	#		1	1	1							5		5			5			31
**	2.35 Uudet nopeat ja tiheät muistimateriaalit	3		1		1	92			1	1			5	1	3	1	1	1	1		5	1			1	1			23

		Kypsyy 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiälytys ja teoll. rakenteen muutos	Kauppa ja palveluiden virtuaalisointi	Lähiruoka ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäkö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen & opastuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toimintakykyänsä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavarankäytön toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energiateknologiat	Raaka-aineet hyödyntämättömissä alueilla ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointi	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1.-1.20	
**	2.65 Keinotekoiset lihakset	3			1	2	90		1	1	1		1		1	5	1	1	5		1	1		1					20
**	2:100 Robottiverkko	3				1	81	1	3	1	1	1	1	1		1	5		1		1	1	1	1	1	1	1	1	23
**	2.34 Itseorganisoiduva data	3			1		81			1	1	1	3	3	1	1	3	1	1			3	3		1				23
**	2.42 Erittäin herkkä kamerakenno perustuen nanohiiliin	3	1		1	2	80	1	1		1		1				5	1	3		1	1	1						16
**	2.75 Nanohiililanka	3	1		1	2	80											5	5	1	1		3	1					16
**	2.86 Lentävät tuulivoimat ja muu uudentyypinen tuulivoima	3			1	1	80											1	5	5	5			3				1	20
**	2.58 Materiaalin 3D-tulostus ja 4D-tulostus	2			1	1	75			5	5	1			1	1		5	3	1		1	1					1	25
**	2.81 Ruiskutettavat tekstiilit	3				1	74			5	1				1	1		5				3		3	1	1			21
**	2.18 Joukkorahoitus ja muu mikrorahoitus	4		1			72			1	1								1	1	1	1				5		5	16
**	2.10 Elinten korjaaminen ja takaisinsyntyminen, soluviljely	2	2			1	70					1		5	3	10		1											20
*	2.73 Uudet teräsbetonin korvaavat rakennusmateriaalit	4				1	68											5		5				5					15
*	2.33 Itseorganisoiduva virtuaalimaailma verkon 3D-datasta	2				1	68	1	1	1	1		1	5			5		1			3	3		3	1	1		27
*	2.05 Nanohiukkasten ja mikrobien käyttö tautien hoidossa	3	1		1	1	63					1			1	5		1	3				3						14

		Kypsyys 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automa-tisointi	Lähiälytys ja teoll. raken-teen murros	Kauppa ja palveluiden virtuaali-soittaminen	Lähiälytys ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäkö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen & opastuksen yksilöi-listyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yk-sil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toi-mintakälynsä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäris-töstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavarat älykkyyden toiminnal-liset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia-teknologiat	Raaka-aineet hyödyntämättö-miltä alueilta ja avaruudesta	Viiht./kultt./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallis-tuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtuaalisointuminen	Demokr., vapaus ja sos. kohee-sio	Yhteispisteet 1.1-1.20		
*	2.03 Pieni ja halpa magneettiku-vain	3				1	63			1				1	1	1	5	1			5		1	1	1				18	
*	2.96 LED-"radio"	3				2	60				1		1	1		1	3		5			1		1			1		15	
*	2.84 Keinotekoinen lehti, synt. polttoaine auringonvalosta ja hiili-dioksidista	3					60			1		1						3	3	5	1	1	1	3				1	20	
*	2.88 Sarjavalmistettut pienydinvoimat, fissio ja fuusio	3			1	1	56			1										5	5		3						14	
*	2.50 Suprajohteen magneettinen lukinta ja muu levitaatio	4	1		1		55	1										1		5			3	1					11	
*	2.48 FlyNano ja muut kevytlento-koneet	3			1	1	44	1	1		1		1				1		1	1		1	3						11	
*	2.76 Nanohiilet suolan tai baktee-rien poistossa ja muussa erotus-tekniikassa	2	2		1	1	44					1			1			5		1	1			1				1	11	
*	2.64 Biorobotit	2				1	40			1		1			5	5	1						3							16
*	2.63 Vettä ilmasta nanopinnoilla	3					39					1			1					1	1		1	3				5	13	
*	2.37 Kvanttitietokoneet	3	1				39			1	1		1				1	1	1	1		1	3						11	
*	2.59 Elinten 3D-tulostus	2			1	2	39			3	1	1				3		1				1					1		11	
*	2.62 Robottiräätäli	2					34			5	3		1					1	1			1				1	3	1	17	

		Kypsyys 1-4	Tieteellinen kiinnostavuus 0-2	Itsenäisten R&D-polkujen laajuus 0-1	Suomen osaaminen 0-1	Suomen access 0-3	Pisteet	Henkilöautoliikenteen automatisointi	Tavaraliikenteen automatisointi	Lähiövalmistus ja teoll. rakenteen murros	Kauppa- ja palveluiden virtualisoituminen	Lähiuoka ja funktionaalinen ravinto	Etäläsnäkö ja työkalujen kauko-ohjaus	Oppimisen & opastuksen yksilöllistyminen	Toimintak. säil.tuk. omat.&yksil. terveydenh.	Toimintakyvyn lisääminen toimintakykynsä menettäneille	Tietoisuutta toimintaympäristöstä lisäävät välineet	Toiminnalliset materiaalit ja uudet materiaali teknologiat	Tavarat älykkyyden toiminnalliset lisäarvot	Kestävän kehityksen energia- teknologiat	Raaka-aineet hyödyntämättömissä alueilla ja avaruudesta	Viiht./kult./vaik. osallistuvat muodot	Maanpuolustus ja terrorismin torjunta	Tilojen ja rakent. toiminnallistuminen	Itseorganisoidut yhteisölliset toimintatavat	Identiteettien ja sosiaalisten rakenteiden virtualisoituminen	Demokr., vapaus ja sos. koheesio	Yhteispisteet 1.1.-1.20	
*	2.55 Kyberhyönteinen	2				1	33				1	1	1				5	1				1	3						13
*	2.94 Suurteholaserit, langaton tehonsiirto, laseraseet	4					32		1				1					1		1	1		3						8
*	2.11 Synteettinen ruston korvaaja	3			1	1	32						1		1	5		1	1										8
*	2.67 DNA-muistit	3					30			1	1			1	1		1	1	1			1	1				1		10
*	2.66 Keinotekoinen itseään korjaava iho	2	1			1	30		1				1			1	3	1	1			1		1					10
*	2.69 Soluviljelty liha ja lihan kaltainen kasviproteiini	2			1	1	27				1	5								1							1	1	9
*	2.92 Vedyn edullinen säilytys nanorakenteiden avulla	1	2				26	1	1	1			1					1	1	5	1				1				13
*	2.95 Nanoradio	1				1	24					1		1	1	1	3	1	5			1	1				1		16
*	2.49 Tyhjiösuukula	2					20	3	1											5	1								10
*	2.79 Nanotasolla levitoivat materiaalit	1					3											1	1				1						3
	Tärkeysarvot yhteensä	x						101	137	136	160	116	157	189	188	222	188	177	178	166	141	227	184	157	135	123	145		3227

Liite 7: Teknologiaorien lähteet ja linkit joukkoistuskusteluihin

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
0	Laaja kuva lukuisista megatrendeistä	http://toptrends.nowandnext.com/2017/05/10/map-of-global-mega-trends-2/	Harri Vartiainen	4	1	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1332781200172816/
0	Darpan katsaus vuodelle 2045	http://www.businessinsider.com/darpa-predictions-2016-10	Pekka Neva	4	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1181074568676814/
0	Tuottavuuden jakautuminen eri aloilla	http://www.techcouncil.org/clientuploads/reports/TCC%20Productivity%20Boom%20FINAL.pdf	Tatu Lund	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1341946782589591/
0	Forrester: Top 15 innovations	http://blogs.forrester.com/brian_hopkins/16-09-14-forresters_top_emerging_technologies_to_watch_2017_2021	Risto Linturi	3	5	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1051094995008106/
0	Ranskan 34 teknologiaa	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/445472008903744/	Risto Linturi	3	4	Fut	
0	Softbank aikoo investoida \$100MRD digitalisaatioon	https://futurism.com/by-2022-a-single-company-plans-to-invest-100-billion-in-the-information-revolution/amp/	Kari Kaakko	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1449749181809350/
0	NEO2015, uusiutuva dominoi energiainvestointeja	http://www.bloomberg.com/company/new-energy-outlook/	Pekka Neva	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/821240524660222/
0	Digitalisaation yhteiskunnallisia vaikutuksia	http://www.wired.com/opinion/2013/11/software-is-reorganizing-the-world-and-cloud-formations-could-lead-to-physical-nations/	Jesse Soininen	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/543466542437623/
0	Kooste sähkömarkkinan radiokaaleista teknologioista	http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/energiatoillisuus/Tutkimus/ST-pooli/lu_risto_linturi.pdf	Risto Linturi	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/646916315425978/
0	JPMorgan: GDP +\$1100MRD automaation avulla 10-15vuodessa	http://www.businessinsider.com/automation-one-trillion-dollars-global-economy-jpmam-report-2017-11?r=US&IR=T&IR=T	Kari Kaakko	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1458216810962587/
0	FT - lista 50 merkittävästä innovaatiosta	https://www.ft.com/content/b715a70e-88f2-11e7-bf50-e1c239b45787	Tatu Lund	1	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1404558126328456/
0	21 technology tipping points by 2030, World Economic Forum	http://www.businessinsider.com/technology-tipping-points-we-will-reach-by-2030-2016-11/?r=US&IR=T/	Kari Kaakko	1	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1446112278839707/
0	Teknologian liiketoimintapotentiaalin arviointi	http://www.foresight.fi/2014/10/11/huomioita-ennakoivasta-teknologia-ja-markkinariskien-analysoinnista/	Jari Kaivo-oja	1	1	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/649422445175365/
0	HS virikkeellinen tulevaisuus-katsaus	http://www.hs.fi/sunnuntai/art-2000005172539.html?share=58fa9bca0913b55609fe1bab0d33954f	Lauri Muranen	1	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1252479011536369/
1	Aivoimplantilla kirjoitusnopeus 12 sanaa minuutissa	https://www.nextbigfuture.com/2016/10/direct-brain-sensing-technology-allows.html	Pekka Neva	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1058407534276852/
1	Robottikäden ohjaus ajatuksilla	http://www.cnet.com/news/mind-controlled-prosthetic-arm-now-reality/	Pekko Vehviläinen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/648150655302544/
1	Halvaantunut googlaa aivoimplantilla vaivattomasti	https://singularityhub.com/2016/11/02/scientists-hook-up-brain-to-tablet-paralyzed-woman-googles-with-ease/	Pekka Neva	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1169808866470051/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
1	Aivoimplantit tarkemmiksi käänteillä	https://singularity-hub.com/2017/02/22/new-tech-makes-brain-implants-safer-and-super-precise/	Pekka Neva	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1199074760210128/
1	Kem/opt/elektr linkki aivoihin joustavalla kuidulla	https://news.mit.edu/2017/multi-functional-tiny-fibers-brain-0221	Pekka Neva	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1202444219873182/
1	Tarkkoja kasvokuvia luettu n. 200 aivosolusta	https://singularity-hub.com/2017/06/14/forget-police-sketches-researchers-perfectly-reconstruct-faces-by-reading-brain-waves/	Kari Sipilä	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1316285161822420/
1	Keinoneuronit matkii hermo-solun signalointia kemiallisesti	http://www.ecnmag.com/news/2015/06/artificial-neuron-mimicks-function-human-cells?et_cid=4641606	Pekka Neva	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/788019671315641/
1	Aivoimplantti paransi muistia	http://www.sciencealert.com/for-the-first-time-ever-scientists-have-boosted-human-memory-with-a-brain-implant	Kari-Matti Pihkala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463188130465455/
1	Hiiren ohjaus aivoimplantilla onnistunut	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/nion-fbp071615.php	Kari Vah-tiala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/798433896940885/
1	Riisinyvän kokoinen bioha-joava sensori aivoihin	http://arstechnica.com/science/2016/01/in-a-brain-dissolvable-electronics-monitor-health-then-vanish/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/884886218295652/
1	Muistin koodaus ja muisti-implantit -konsepti	http://www.technologyreview.com/featured-story/513681/memory-implants/	Jari Kaivo-oja	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/557427627708181/
1	Neurosky EEG ohjaa älylaseja	https://techcrunch.com/2014/07/09/forget-ok-glass-minddr-is-a-new-google-glass-app-that-you-control-with-your-thoughts/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/597406267043650/
1	Ajatukset tekstiksi 54% ECoG:llä	https://www.weforum.org/agenda/2017/04/technology-that-could-turn-your-thoughts-into-text/	Pekko Vehvi-läinen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1246152468835690/
1	Yhteistyötä suoralla aivo-yhteydellä kahden opiskelijan välillä	http://www.iflscience.com/brain/mind-meld-brains-cooperate-without-words	Pekko Vehvi-läinen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/664220880362188/
1	EEG-pohjainen robotin aivo-ohjaus	http://www.kurzweilai.net/how-to-control-a-robotic-arm-with-your-mind-no-implanted-electrodes-required	Pekka Neva	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1137637219687216/
1	Halvaantunut ohjaa lento-simulaattoria aivoimplantilla	http://defense-tech.org/2015/03/02/this-woman-flew-an-f-35-simulator-with-her-mind/	Aleksi Rossi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/729067487210860/
1	Grafeenin hermokytkennät turvallisia	http://scitechconnect.elsevier.com/graphene-safely-interact-neurons-in-brain/?utm_source=socialmedia&utm_medium=bio-med&utm_campaign=Graphene+Shown+to+Safely+Interact+With+Neurons+in+the+Brain&sf22778427=1	Vilho Ahola	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/926744907443116/
1	Suora kytkentä aivoihin ohjaa halvaantunutta kättä	http://blogs.mathworks.com/headlines/2016/04/20/neuroscience-and-machine-learning-restore-movement-in-paralyzed-mans-hand/	Pekko Vehvi-läinen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/983940181723588/
1	AI konvertoi aivokuvia silmien näkemiksi kuviksi	https://www.biorxiv.org/content/early/2017/12/30/240317	Kaj So-tala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1508688122582122/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
1	Joustava, pysyvä EEG-sensori iholla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/bionics/a-brain-computing-interface-that-lasts-for-weeks	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/737900336327575/
1	Rotan janon ohjaaminen laserilla & valoherkällä aineella hermostossa	http://www.livescience.com/49568-thirst-switched-off-brain.html	Kari Vah-tiala	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/710977482353194/
1	Rotan aivojen simulointi ja paloittainen digitalisointi	http://www.nytimes.com/2015/10/09/science/rat-brain-digital-reconstruction-human-brain-project.html?_r=0	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/838437986273809/
1	Sanoja luettu ajatuksista epilepsialeikkauksen yhteydessä	http://www.newscientist.com/article/mg22429934.000-brain-decoder-can-eavesdrop-on-your-inner-voice.html	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/660113720772904/
1	Aivosairauksien tutkimusta nanohiiliantureilla	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2016-11-09-006/	Antti Raike	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1092957150821890/
1	Robottia ohjataan EEG-päähineellä	http://www.wired.com/2014/08/mind-controlled-robot	Pekko Vehviläinen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/619983658119244/
1	Nanobotit aivoihin, Diamandis kuvaa Kurtzweilin ideoita	https://www.linkedin.com/pulse/rays-wildest-prediction-peter-diamandis	Aleksi Rossi	3	1	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/841579969292944/
1	Grafeeni-implantteihin sähköä ilman soluvaurioita	http://news.mit.edu/2016/power-graphene-implants-without-frying-cells-0923	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1049112121873060/
1	Infrapunan kokeminen aivoimplantilla	http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/9875931/Scientists-create-sixth-sense-brain-implant-to-detect-infrared-light.html	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	3	3	Sci	
1	Bittium, pieni EEG kenttäkäyttöön	https://www.bittium.com/products_services/medical/bittium_brainstatus	Tatu Lund	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1274927755958161/
1	Darpa käynnistää neurostimulointi oppimisessa -ohjelman	http://www.darpa.mil/news-events/2016-03-16	Leena Merisaari	2	1	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/922819627835644/
1	Välittäjäaineiden mittaaminen aivoista nanohiiliantureilla	http://www.aalto.fi/fi/current/events/2017-03-30/	Janne Ollenberg	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1276522035798733/
1	Valehtelua tutkitaan FMRI:llä ja siihen tottuu	http://www.nature.com/neuro/journal/vaop/ncurrent/full/nn.4426.html	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1077243692393236/
1	Aivojen IP3R kanaviston rakenne selvitetty	http://phys.org/news/2015-10-biochemists-uncover-cellular-memory-mechanism.html	Pekka Neva	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/840744116043196/
1	Aivovammoista lahjakkuuksia	http://www.hs.fi/ulkomaat/Baaritappelussa+mukiloidusta+miehest%C3%A4+tuli+nero++matkusti+tutkimuksiin+Suo-meen/a1399515817870	Kari Alanne	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/563293490454928/
1	Aivojen mallinnus, havainnollinen 3D-tulostus	http://www.theguardian.com/science/neurophilosophy/2015/aug/12/3d-printed-brain-tissue	Kari Alanne	1	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/811410562309885/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
1	Grafeeni-implantteja aivoihin EU:n hanketavoitteena	http://blog.hospitalclini-c.org/en/2014/07/lidibaps-participa-en-el-projecte-embematic-graphene-flagship/	2014 Tulevai-suusvaliokunnan raportti	-2	2	Gov	
1	Aivoista aivoihin -yhteys	http://www.iflscience.com/brain/first-brain-brain-interface-could-revolutinize-neuroscience	Kari Alanne	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/796193420498266/
1	Siru aivoissa liikuttaa kättä	http://yle.fi/uutiset/aivoihin_istutettu_siru_auttaa_halvaantunutta_miestä_kayttamaan_kat-taan_video/8810145	Pekko Vehviläinen	-5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/938368872947386/
2	Illumina lupaa 100\$ ihmisen perimän hinnaksi	http://www.illumina.com/company/news-center/press-releases/press-release-details.html?newsid=2236383	Tatu Lund	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1157203387730599/
2	NIST: DNA-lukija-konsepti, 70milj paria sekunnissa	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/biomedical/devices/a-super-fast-dna-sequencer-based-on-motion-detection	Kari Vah-tiala	5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1058168087634130/
2	Oxford Nanopore \$120M rahoitus ja ihmisen perimän kartoitus	http://labiotech.eu/oxford-nanopore-interview-pocket-sequencer/?platform=hootsuite	Kai Kaasalainen	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1132604426857162/
2	Nopea DNA-sekvensointi grafeenin ja optisen antennin avulla	http://phys.org/news/2014-11-unique-graphene-nanopores-optical-antennas.html	Risto Linturi	5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/663339447116998/
2	Genomin sekvensointi alle \$1000	https://www.genome.gov/27565109/the-cost-of-sequencing-a-human-genome/	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/975439682573638/
2	Mikrobit nopeasti (tunneissa) tunnistava pieni laite	http://spectrum.ieee.org/at-work/start-ups/startups-t2-biosystems	Kari Vah-tiala	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/709814245802851/
2	Akkukäyttöinen PCR DNA-lukija kenttäolosuhteisiin	http://gizmodo.com/the-worlds-first-handheld-dna-sequencer-is-a-genetics-l-1626992774	Tatu Lund	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/622319614552315/
2	DNA-lukija Minionin käyttökokemuksien kuvaus	http://www.nature.com/news/pint-sized-dna-sequencer-impresses-first-users-1.17483	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/764761043641504/
2	Genomin sekvensointi 300\$-1000\$ sisältökuvaus	http://nextbigfuture.com/2016/01/whole-genome-sequencing-for-330.html	Pekka Neva	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875938709190403/
2	USA sekvensoi miljoonan amerikkalaisen DNA:n	http://www.reuters.com/article/2015/01/30/us-usa-obama-precisionmedicine-idUSKBN0L313R20150130	Risto Linturi	3	6	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/712425368875072/
2	DNA-tallennus MS-hankeena	http://techcrunch.com/2016/04/27/genetics-startup-twist-bioscience-teams-up-with-microsoft-to-store-the-worlds-data-in-dna/	Tatu Lund	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/947807522003521/
2	Video kirjoitettu bakteerin DNAhan ja luettu 90% tarkasti	http://www.bbc.com/news/science-environment-40585299	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1346002422184027/
2	DNA-tietojen nopea haku- ja yhdistely tietokannassa	http://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/software-helps-gene-editing-tool-crispr-live-up-to-its-hype	Kari Vah-tiala	2	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/894805903970350/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
2	Perimän nopea siirto eri so-luihin, koelaitteisto tutkijoilla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/miot-ndm021816.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/894805903970350/
2	1.000\$ whole genome (Illu-mina 2015)	http://www.illumina.com/sys-tems/hiseq-x-sequencing-sys-tem.html	2014 Tule-vai-suusva-liokun-nan ra-portti	-3	6	Prod	
2	DNA-sekvensointi grafeenilla mahdollista	http://phys.org/news/2015-03-atomic-chicken-wire-key-faster-dna.html	Risto Linturi	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/744518305665778/
2	DNA-lukija - koetuloksia (USB)	http://arstech-nica.com/science/2014/12/usb-sized-dna-sequencer-is-error-prone-but-still-useful/	Risto Linturi	-4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/681070998677176/
2	Minion USB-DNA-lukija myyntiin	http://www.extremetech.com/extreme/190409-minion-usb-stick-gene-sequencer-finally-comes-to-market	Risto Linturi	-4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/637403689710574/
2	DNA-luku simuloitu 66 mrd. emästä /s	http://phys.org/news/2016-01-nist-simulates-fast-accurate-dna.html	Risto Linturi	-5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/882764361841171/
3	Digitatuointiin 5G-antenni ym elektroniikkaa	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/05/160527190522.htm	Tatu Lund	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/969301169854156/
3	17 tautia selville hengityk-sestä, 1400 ihmisen testi	http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsnano.6b04930	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1147643508686587/
3	Tricorder Xprize-voittajat jul-kistettu	http://tricorder.xprize.org/teams	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1299269803523956/
3	Grafeenitatuointi mittaa 5 eri elintoimintoa	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/nanotechnology/graphene-temporary-tattoo	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1158493184268286/
3	Kännykkämikroskooppilla so-lumutaatitutkimuksia ken-tällä	https://phys.org/news/2017-01-smartphone-microscope-cost-effective-dna-sequencing.html	Janne Mähö-nen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1165435183574086/
3	Bio-prosessori Samsungilta kehon elintoimintojen mit-taukseen	http://motherbo-ard.vice.com/read/with-samsungs-bio-processor-wearable-health-tech-is-about-to-get-weird	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/876403242477283/
3	Kymmeniä verikokeita pie-nellä laitteella (DMI Rhealth)	https://www.rhealth.com/rhealth-technology/	Kari Vah-tiala	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/735233876594221/
3	Digitaalitatuointiin joustava näyttöpinta	http://tech.firstpost.com/news-analysis/e-skin-can-embed-a-disp-lay-on-human-skin-just-like-a-tat-too-309834.html	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/940592736058333/
3	Digitatuointi kaukosäätimenä, MS&MIT	http://www.theverge.com/circuit-breaker/2016/8/13/12460542/mit-microsoft-research-gold-leaf-smart-temporary-tattoo	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1017079381743001/
3	Kehon implantint top 10 kon-septia esiteltä	https://wtvox.com/2014/10/top-10-implantable-wearables-soon-body/	Pekko Vehvi-läinen	4	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/687719898012286/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
3	Korvatulehduksen kuvaus kotona	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/diagnosing-ear-infections-with-a-new-smartphone-gadget-	Kari Vah-tiala	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/711575988960010/
3	Samsungin Simband Diagnostiikkaranneke&API	http://www.cnet.com/products/samsung-simband/	Pekko Vehvi-läinen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/573823062735304/
3	G-putty- anturi, verenpaine, pulssi yms.	http://www.sciencemag.org/news/2016/12/supercharged-silly-putty-can-detect-spider-footsteps?utm_source=sciencemagazine&utm_medium=facebook-text&utm_campaign=sillyputty-9937	Olli Sop-pela	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1137769316340673/
3	Veren alkoholin mittaus iho-tarralla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-08/uoc--fwe080216.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1007899219327684/
3	Dialyysivyö Purifier FDA-testeihin (5kg)	http://io9.com/this-medical-device-is-a-major-gamechanger-for-kidney-p-1658564050	Tatu Lund	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/670671846383758/
3	Älypuhelin ja 2\$ linssi mikroskooppina	http://www.3ders.org/articles/20140427-make-your-own-3d-printed-microscopes-for-as-little-as-2-dollor.html	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/557400274377583/
3	Phillips: sydänfilmiultra kännykän lisälaitteeksi	https://t.co/z1g60kwsf	Vilho Ahola	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1071186476332291/
3	Flunssan maallikkodiagnoosi hengityksestä	http://www.digitrends.com/cool-tech/flu-breathalyzer/	Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1179898875461050/
3	Mikroaaltotestokopia erottaa veden keuhkoissa ym.	http://spectrum.ieee.org/biomedical/diagnostics/microwave-stethoscope-lets-physicians-peer-into-the-lungs	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/748452795272329/
3	5 sensorimateriaalia itsediagnostiikkalaitteisiin	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/5-materials-innovations-that-will-make-new-medical-devices	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/783932981724310/
3	Jatkuva glukoosimittaus digitaatioinnilla	https://bioscholar.com/engineers-create-a-temporary-tattoo-for-c2a0painless-sugar-c2a0monitoring-c2a0/	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/706990402751902/
3	Piilolinssi mittaa sokeritason	http://www.engadget.com/2014/01/16/google-smart-contact-lens/	Antti Tulonen, Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/503949636389314/
3	BACTrack Alkoholinmittaus-ranneke palkittu	http://www.reuters.com/article/us-usa-health-alcohol-idUS-KCN0YB2T1	Tatu Lund	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/960807004036906/
3	Pieni halpa verenkuvan mitalaite jatkuvaan seurantaan	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/epfd-mcb102215.php	Kari Vah-tiala	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/843749032409371/
3	Hemoglobiini silmäluomen kännykkäkuvasta	http://www.eyenaemia.com/	Pekko Vehvi-läinen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/608831645901112/
3	Piiritason ultraäänikuvaus-tekniikka	https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/imaging/new-ultrasound-on-a-chip-tool-could-revolutionize-medical-imaging	Osma Ahven-lampi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1465354343582167/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
3	Quantified self -koehenkilönä Suomen mitatuin mies	http://www.slideshare.net/PekkoVehvilinen/pekko-vehvilinen-suomen-mitatuin-mies-radio-nova-14122014	Pekko Vehviläinen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/683557685095174/
3	Katsaus kännyköiden tutkimuksellisiin lisälaitteisiin	https://cacm.acm.org/magazines/2018/1/223882-smartphone-science/fulltext	Pekka Ketola	2	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1553734031410864/
3	Pikatesti tunnistaa jauhelihan epäpuhtaudet hetkessä	https://phys.org/news/2017-11-technique-impurities-ground-beef-minutes.html	Tatu Lund	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1475662532551348/
3	34\$HIV&Syfilis-testilaitte kannykkään	http://www.extremetech.com/extreme/198945-34-accessory-detects-hiv-syphilis-and-works-with-any-smartphone	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/717073295076946/
3	Siru ihmisen ihon alle, lem-mikeillä jo on	http://www.helsinginuutiset.fi/artikkeli/257297-teknikka-tulee-ihon-alle-mieheen-asennettiin-siru-helsingissa	Pekko Vehviläinen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/694585823992360/
3	Verenvirtauksen mittaava digitatuoointi	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/flexible-sensors-measure-blood-flow-under-the-skin	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/846888638762077/
3	iPhone&Apple Watch -anturit yleiskatsaus vakiopiirteisiin	http://digiterveys.blogspot.fi/2014/09/apple-watch-ja-iphone-6.html	Pekko Vehviläinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/631962933587983/
3	Tatuointimuste ilmaisee kehon tilan väriä muuttamalla	https://news.harvard.edu/gazette/story/2017/09/harvard-researchers-help-develop-smart-tattoos/	Anni Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1419426118174990/
3	Kännykkä&sensorit kotiympäristön tutkimiseen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/scp-sfs020316.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893861927398081/
3	Neulaton verikoe apteekista (Theranos)	http://www.engadget.com/2014/11/18/walgreens-blood-tests/	Tatu Lund	-2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/672414989542777/
3	Diagnoosilaitte Scanadu Scout epäonnistui FDA-testeissä	https://techcrunch.com/2016/12/13/fda-orders-scanadu-to-shut-down-support-for-its-scout-device-and-customers-are-mad/	Tatu Lund	-4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/746630825454526/
3	Tricorder X-Prize -loppukilpailu - itsediagnostiikkalaitte	http://tricorder.xprize.org/teams	Risto Linturi	-5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/657065327744410/
4	Halpa tulostettava monikäyttöinen biosiru analytiikkaan	http://www.pnas.org/content/114/8/E1306.abstract	Juho Pesonen	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1240810882703182/
4	Kattava joukko veriko-keita/proteiineja optisesti, EPFL	http://www.scienceworldreport.com/articles/13249/20140303/complete-medical-check-up-chip.htm	Risto Linturi	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/531415790309365/
4	Mustesuihkulla ja laserilla elektroniikkaa grafeenista paperille	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/09/160901152112.htm	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1035050923279180/
4	"Lab on a chip" kehityksen huomiokohtia	http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.analchem.6b00377	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1369896136461322/
4	Nanomateriaalien plasma-suihkutus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/aiop-pnw031816.php	Kari Vah-tiala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/921198037997803/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
4	Mobiili DNA-testilaitte Q-Poc (geenispesifi)	http://www.quantumdx.com/devices.html	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751070178343924/
4	Yleinen virustesti Virocap kehitteillä	http://www.upi.com/Health_News/2015/09/29/New-test-detects-all-the-viruses-that-infect-people-animals/799144351878/	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835126779938263/
4	Syövän diagnoosi hengityksestä 82% osumatarkkuus	http://www.rdmag.com/news/2015/09/sniffing-out-cancer	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834823886635219/
4	Joustavia kaasusensoreita vaatteisiin	http://www.smithsonian-mag.com/innovation/thin-sensors-on-our-skin-in-our-clothes-may-warn-us-environmental-hazards-180956127	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/810619415722333/
4	Mustesuihkutulostettua joustavaa elektroniikkaa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/pu-ilm040815.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751619071622368/
4	Biosensori grafeenista - mahdollisuus geneerisyyteen	http://www.upenn.edu/penn-news/current/2015-01-15/latest-news/new-graphene-based-biosensor-triple-threat	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/704908339626775/
4	Tarkka biosensori grafeenista - erottelumekanismia kuvattu	http://phys.org/news/2015-06-graphene-biosensors.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/788040624646879/
4	Grafeenipinta suodattaa verestä haluttuja soluja	http://news.mit.edu/2017/graphene-sheets-capture-cells-efficiently-0303	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1208511529266451/
4	Mikropiiri nanosellupaperille	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/portable-devices/green-microchips-created-on-cellulose-nanofibril-paper	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/777071225743819/
4	Hajujen digitointi ja tulostus oPhonella haju yli Atlantin	http://themindunleashed.org/2014/06/first-scent-message-transmitted-across-the-atlantic-via-the-internet.html	Jarmo Heimo	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/586077328176544/
4	Pieni kaasukromatografi (hybridipiirillä)	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/vt-ntp041315.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/752143931569882/
4	VTT paperille tulostettu huume-testi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/vtrc-vpa041315.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/752114781572797/
4	Gazeran kannettava huume-kaasujen tunnistin	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/huumeongelmaan-keksittiin-suomalainen-ratkaisu-kayttoon-2019-3481908	Kari Vah-tiala	3	6	Prod	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/huumeongelmaan-keksittiin-suomalainen-ratkaisu-kayttoon-2019-3481908
4	Syövän n.50% tunnistus verestä ilman vääriä positiivisia	https://www.nbcnews.com/health/health-news/blood-test-finds-cancer-symptoms-start-n793181	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1379958435455092/
4	Edullinen häkäsensori nanokuparista	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-05/oios-tng052516.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/963692250415048/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
4	GMO-bakteeri syöpää etsimään	http://www.aamulehti.fi/Ulkomaat/1194983145603/artikkeli/elavasta+bakteerista+ohjelmoi-tiin+syovan+etapesakkeita+elimis-tosta+etsiva+biosen-sori.html?utm_source=twitter-feed&utm_medium=twitter	Tarja Ollas	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/773645532753055/
4	Grafeenista kaasujen tunnistin, CO2, orgaaniset	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/uos-asd041416.php	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/940746479376292/
4	Nokia patentoinut grafeenihäkäilmaisimen	http://nokiamob.net/2017/05/07/nokia-filed-a-patent-for-a-graphene-based-carbon-monoxide-detector/	Tatu Lund	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1278382015612735/
4	Öljypohjaisten kaasujen kannettava tunnistus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/uou-soa032516.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/927828827334724/
4	Herkkä typpioksidin (1PPB) tunnistus grafeenilla	http://phys.org/news/2016-12-world-gas-sensor-principle-graphene.html	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1126350624149209/
4	E.Coli-lux testaa homeitiöitä yms (Janne Atosuon väitös)	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/tama+tulee+tarpeen+suomessa+kehitet-tiin+uusi+menetelma+homeaurioi-den+tunnistamiseen/a1062992	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/772242149560060/
4	Piirikorttien piirtämistä sähkömuusteella	http://www.reuters.com/video/2016/07/21/japanese-pen-draws-circuits-with-conduct?videoId=369340584&videoChannel=118169	Jarmo Hallikas	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/999217583529181/
4	Keinonenä haistaa syövän	http://utain.uta.fi/uutiset/keinonen%C3%A4-haistaa-sy%C3%B6v%C3%A4n-virtsasta	Antti Tulonen	2	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/497889330328678/
4	Itsemurhariskin analysointi verestä	https://www.smithsonianmag.com/innovation/blood-test-app-may-help-identify-patients-at-risk-suicide-180956404/	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/818438464940428/
4	Tarkka NO2-tunnistus grafeenioksidilla	http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2014/NR/c4nr00332b	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	2	2	Sci	
4	Jalometalli- ym sensoreita kaivosalueen vesistöön	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uon-nrf021816.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/900874046696869/
4	Rullalta rullalle -elektroniikka kehittyä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/materials/roll-to-roll-electronics-manufacturing-rolls-on	Kari Vah-tiala	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/889533214497619/
4	Antenni piirillä mahdollinen, taustaselitystä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/uoc-nuo040715.php	Kari Vah-tiala	-2	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/750024805115128/
5	SCiO integroitu älypuheliin (materiaalitutka)	http://www.theverge.com/circuit-breaker/2017/1/5/14180740/changhong-h2-scio-molecular-sensor-hands-on-ces-2017	Risto Linturi	5	6	Pro	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1202053943245543/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
5	SCiO-materiaalitutka testi-käytössä	http://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/at-work/start-ups/israeli-startup-consumer-physics-says-its-scio-food-analyzer-is-finally-ready-for-prime-timeso-we-took-it-grocery-shopping	Risto Linturi	4	6	Pro	
5	HBn hyperlinssi näkee 30nm yksityiskohdat	https://phys.org/news/2017-12-hyperlens-crystal-capable-viewing-cells.html	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518205411630393/
5	Ruokaskannerikehitys	https://www.washingtonpost.com/lifestyle/food/this-groundbreaking-technology-will-soon-let-us-see-exactly-whats-in-our-food/2016/03/26/763fb9ca-f070-11e5-89c3-a647f9ce95e0_story.html	Risto Linturi	4	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/925743654209908/
5	Hyperspektri-materiaalitutka kännykkään	http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/tulevaisuuden-kuluttaja-analysoi-ymp%C3%A4rist%C3%B6%C3%A4%C3%A4n-ja-vaikka-ruoan-laatuak%C3%A4nnyk%C3%A4ll%C3%A4	Risto Linturi	4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1112063282244610/
5	Bakteerikasvun tunnistus laserspektrometrillä TDLAS	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/tos-lhs031616.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/916648938452713/
5	DIAL-lidar tunnistaa alkoholin ohiajavasta autosta	https://www.extremetech.com/extreme/184050-engineers-create-the-first-laser-breathalyzer-for-drive-by-dui-enforcement	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1291257114325225/
5	Ihmisen (elintoimintojen) mittausta seinien läpi	http://newsoffice.mit.edu/2014/could-wireless-replace-wearables	Kaj Sotala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/586124064838537/
5	Rhealth-skanneri edennyt - FDA-lupa silti vain tutkimuskäyttöön	https://www.rhealth.com/rhealth-technology/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/735233876594221/
5	Nanometritason kuvantaminen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/aiopmsi092515.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834074640043477/
5	Ultranopea mikroskoopi atomitason kuvaukseen	https://www.colorado.edu/to-day/2016/02/16/ultrafast-microscope-used-make-slow-motion-electron-movie	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/900888600028747/
5	Ruokaskanneri	https://www.indiegogo.com/projects/tellspec-what-s-in-your-food	Antti Tulonen	3	5	Pro	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/620989368018673/
5	Ihminen näkyy wifitutkalla seinien läpi	http://rfcapture.csail.mit.edu/	Risto Linturi	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1035550406562565/
5	Specim-hyperspektrikamera - materiaalitutka	http://www.specim.fi/iq/	Petri Sirviö	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1484537271663874/
5	Materiaalitutka Suomessa	http://www.tekniikkatalous.fi/innovatiot/2015-01-09/Terrorismin-torjuntaan-lis%C3%A4%C3%A4v%C3%A4lineit%C3%A4---Jyv%C3%A4skyl%C3%A4n-yliopisto-kaupallisti-uuden-rikostutkintam-netelm%C3%A4n-3258169.html	Kari Vah-tiala	3	6	Pro	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/708505602600382/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
5	"Nopea" NanoMRI	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/biomedical/imaging/new-technique-brings-nanomri-a-step-closer-to-commercial-applications	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/777072999076975/
5	Hyperspektrikamera	http://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/hyperspektrikamera_voi_kutistua_kannyykkokokoon	Harri Vartiai-nen	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/841997472584527/
5	Nanokoon metamateriaali-linssi	http://www.buffalo.edu/news/releases/2015/05/039.html	Kari Vah-tiala	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/770735796377362/
5	Nanospektroskopia	http://www.nature.com/nnano/journal/v10/n10/full/nnano.2015.168.html	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/810386472412294/
5	Kirjan luku kansien läpi THz-aalloilla	http://news.mit.edu/2016/computational-imaging-method-reads-closed-books-0909	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1039364782847794/
5	Nanokoon 3D-video lähes reaaliajassa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/miot-mcn121415.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/866795556771385/
5	Kannettava 2D MRI-skanneri	http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mrm.25147/abstract	2014 Tulevai-suusva-liokun-nan ra-portti	-2	4	Sci	
5	SCIO-materiaalitutka	http://edition.cnn.com/2014/05/02/tech/innovation/molecular-sensor-fits-in-your-hand/	Risto Linturi	-4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/560588950725382/
5	SCIO-nykytilan arvio (2.May2016)	http://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/diagnostics/pocket-sized-labs-killer-app-analyzing-illegal-and-semilegal-drugs	Kari Vah-tiala	-4	5	Pro	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/949463845171222/
6	Halvan LIDARin kehitysnäky-mä	http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/cheap-lidar-the-key-to-making-selfdriving-cars-affordable	Kari Vah-tiala	5	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/878938385557102/
6	Lidar yhdelle piirille	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/optoelectronics/mit-lidar-on-a-chip	Sulka Haro	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1009208469196759/
6	250\$ Lidar 40m kantamalla	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/robotics-hardware/sweep-lidar-for-robots-and-drones	Kari Vah-tiala	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/934080926709514/
6	Laskennallinen kuvantami-nen materiaalien läpi, kat-saus	http://www.nature.com/news/optics-super-vision-1.16877	Kirjo Vartio-vaara	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/719486144835661/
6	OPAL lidar vaikeissa olosuh-teissa	https://www.researchgate.net/publication/268194694_Characterization_of_the_OPAL_Obscurant_Penetrating_LiDAR_in_various_Degraded_Visual_Environments	Risto Linturi	4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/711806892270253/
6	Tutka pienlaitteisiin	http://www.fujitsu.com/jp/group/mifs/en/resources/news/press-releases/2017/0605.html	Pekka Ketola	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1306346129482990/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
6	GPS senttimetr tarkkuuteen	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/centimeter-level-gps-positioning-for-cars	Kari Vah-tiala	4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1038383629612576/
6	Velodyne: VLS-128 yltää tason 5 autonoman tarpeisiin	https://www.theverge.com/2017/1/1/16705674/velodyne-lidar-128-autonomous-vehicles-driverless-cars	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1479945065456428/
6	Joustava kamerapinta & las-kennallinen kuvantaminen	http://news.discovery.com/tech/gear-and-gadgets/wallpaper-camera-wraps-around-any-surface-160415.htm	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/940249052759368/
6	Nurkan taakse näkevä SPAD-kamera	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/optoelectronics/camera-that-tracks-hidden-moving-objects-could-aid-rescue-missions-and-avoid-vehicle-collisions	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/865410023576605/
6	Hitachi kehittää linssitöntä kameraa	http://www.hitachi.com/New/cnews/month/2016/11/161115.html	Tatu Lund	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1102266303224308/
6	Linssitön UV-skannaus 26nm tarkkuudella	http://www.osa.org/en-us/about_os/newsroom/news_releases/2015/pushing_the_limits_of_lensless_imaging/	Pekka Neva	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832185740232367/
6	Adaptiivinen solid state lidar, 300m - 0.1 asteen tarkkuus	https://www.technologyreview.com/s/609718/a-new-sensor-gives-driverless-cars-a-human-like-view-of-the-world/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1501642013286733/
6	CMOS-kuvakennot nopeassa kehityksessä	http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1325655	Harri Vartiainen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/720109714773304/
6	Useita tulokkaita halvan solid state lidarin markkinoille	https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2017/12/20/quanergy-ramps-up-low-cost-lidar-production-as-laser-vision-battle-intensifies/	Nina Heiska	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1501642013286733/
6	Litteät metamateriaalilinssit IR/THz alueelle	https://phys.org/news/2017-11-ultrathin-flat-graphene-metalenses-gain.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1479959918788276/
6	Femtosek laserit verkon analysoinnissa	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/at-work/test-and-measurement/femtosecond-lasers-drive-a-new-generation-of-network-vector-analyzers	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/853895998061341/
6	Lidar vs Radar	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/aviation/laser-makes-more-accurate-radar-system	Kari Vah-tiala	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/708282922622650/
6	FlatCam linssitön kuvantaminen, yleiskatsaus	http://arxiv.org/pdf/1509.00116v1.pdf	Pekka Pasanen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/857075364410071/
6	Halpa, tarkka, litteä linssi (diffraktiivinen)	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/06/160602151840.htm	Risto Linturi	3	4	Sci	http://www.bbc.com/news/science-environment-36438686
6	Facebook 360-kamera, las-kennallinen k.	http://techcrunch.com/2016/04/12/facebook-surround-360/	Henri Heinonen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/940253202758953/
6	Halpa Lidar jarrutukseen	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/cheap-lidar-for-automatic-braking	Kari Vah-tiala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/778801952237413/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
6	Solid State LIDAR	http://nextbigfuture.com/2015/11/low-cost-compact-solid-state-lidar.html	Pekka Neva	-4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/822888774495397/
6	Senttimetrien tarkka nopea GPS-paikannus	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/02/160211111507.htm	Kari Vah-tiala	-4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/899120350205572/
6	Halpa Lidar	http://www.dragoninnovation.com/projects/32-lidar-lite-by-pulsedlight	Ilkka Nojo-nen	-4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/538945646223046/
6	Halpa 250\$ "solid state" LIDAR	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/quanergy-solid-state-lidar	Kari Vah-tiala	-5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878938385557102/
6	Halpa Lidar	http://pulsedlight3d.com/	Tuo-mas Santa-kallio	-5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859278367523104/
7	THz-lähetinvastaanotin yh-delle piirille	https://phys.org/news/2017-02-future-terahertz-chips.html	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1192699150847689/
7	THz-laitteiden kauppa avattu	http://www.prweb.com/releases/tera-hertz/032014/prweb11686016.htm	Risto Linturi	4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/545745435543067/
7	Interscatter-virraton antenni heijastaa modifioidun kanto-aallon	https://techcrunch.com/2016/08/17/devices-could-recycle-radio-waves-instead-of-transmitting-them-with-new-interscatter-technique/	Sulka Haro	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1020650324719240/
7	Nokia&DT: Terabitin kuituyh-teys demonstroitu	https://www.engadget.com/2016/09/18/nokia-terabit-fiber-optic-speeds/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1049160135201592/
7	Passiivinen WiFi (lähes ilman virtaa)	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uow-uea022316.php	Kari Vah-tiala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/903731693077771/
7	THz spektroskopiassa	http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=56212	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/739419426175666/
7	Internet of nanothings - THz-nanoantennit verkostona	http://www.buffalo.edu/news/releases/2016/11/002.html	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1083769465073992/
7	Millimetriaaltoja tuottava piiri (GHz-alue)	https://techcrunch.com/2017/02/07/tiny-chip-looks-deep-inside-your-body-with-millimeter-wave-radiation/?ncid=rss	Risto Linturi	4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1192625657521705/
7	IR-säteiden tunnistus ja sähkövirta grafeenilla	http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=61020	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1020867278030878/
7	Herkkä mikroaaltovalokenno grafeenista	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/first-graphene-photodetector-to-operate-in-the-microwave	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1116075628510042/
7	UV-IR alueen herkkä valo-kenno	https://www.eureka-lert.org/pub_releases/2016-11/au-ldw111416.php	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1066214410162831/
7	Joustava terahertsivastaan-otin (ohutkalvotekniikalla)	https://www.theengineer.co.uk/graphene-detector-terahertz/	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1450355508415384/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
7	THz-lähetinpiiri yli 100Gb/s-nopeus	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/new-terahertz-transmitter-outshines-the-competition	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1196988307085440/
7	THz-IR grafeeniplasmonii-kalla	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn406627u	2014 Tule-vai-suusva-liokun-nan ra-portti	3	3	Sci	
7	60GHz antenni CMOS-piirillä	https://www.intechopen.com/books/microwave-systems-and-applications/innovative-techniques-for-60-ghz-on-chip-antennas-on-cmos-substrate	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1370518273065775/
7	Nopeuden kahdentaminen radiotiellä	http://www.technologyreview.com/news/532616/simple-circuit-could-double-cell-phone-data-speeds/	Arvo Kukko	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/673773236073619/
7	Linssi terahertsialloille	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/bu-rdn031416.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/915608471890093/
7	GHz antenni piirillä kyseen-alaistettu	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/new-theory-leading-to-gigahertz-antenna-on-a-chip-is-questioned	Kari Vah-tiala	1	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/887951164655824/
7	THz-vastaanotto grafeenilla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/graphene-offers-a-better-way-to-capture-trays	Kari Vah-tiala	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/711580405626235/
7	THz-kuvantaminen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-08/ef-icf080615.php	Kari Vah-tiala	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/808022032648738/
7	THz-vahvistin	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/darpa-builds-first-terahertz-amplifier	Kari Vah-tiala	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/752036721580603/
7	Ensimmäinen kompakti THz-tranceiver	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-06/nioi-wct060916.php	Kari Vah-tiala	-4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/973047226146217/
8	LiFi-USB-tikku	http://bloom.bg/2mppxTU	Jarmo Heimo	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1201857689931835/
8	LIFI 224Gbps-nopeuteen	http://www.electronics-eetimes.com/en/li-fi-achieves-224-gbps-data-transmission-speeds-with-room-scale-cove-rage.html?cmp_id=7&news_id=222923915	Seppo Nikkilä	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/722918907825718/
8	PureLiFi 15Gb/s, laser-LiFi 100Gb/s -nopeuteen	https://www.next-bigfuture.com/2017/10/led-and-laser-wifi-replacement-can-boost-speeds-to-100-gigabits-per-second-without-interference.html	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1451733811610887/
8	QLED 1. passiivinen kvanttipeleleleditelevisio markkinoille	https://www.forbes.com/sites/john-narcher/2017/09/19/what-is-qled-and-why-does-it-matter/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1453605754757026/
8	Mikroledien markkinan arvellaan kasvavan nopeasti	http://www.eenewsana-log.com/news/microled-display-market-poised-lift-0	Risto Linturi	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1453538331430435/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
8	Fotonimodeemi (NASA)	http://www.kurzweilai.net/nasa-engineers-to-build-first-integrated-photonics-modem	Tapio Rinne	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893773807406893/
8	LiFi -identifiointi yms.	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/fujitsu-for-ges-lifilike-qr-code	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/720944504689825/
8	Google Glass 2.0 toimii ehkä mikrodeillä	http://www.techradar.com/news/google-glass-come-back-could-be-powered-by-over-eye-micro-led-displays	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1453526878098247/
8	Kvanttipiste-LED valkosini-nen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/hu-niu060515.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/778836162233992/
8	Energiatohokas valaistus \$300MRD vuonna 2025	http://news.sys-con.com/node/4190907	Risto Linturi	2	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1453534934764108/
8	UV LED desinfiointissa	http://www.savonsanomat.fi/uutiset/talous/led-suutari-sai-kansainvalisen-laatupalkin-non/1971147?pwbi=d845cd2b75ec522f8b82403277f0555b	Ville Vähä-mäki	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/707130672737875/
8	LIFI 100Gbit/s	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/optoelectronics/laser-lifi-could-blast-100-giga-bits-per-second	Kari Vah-tiala	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/749534878497454/
9	Plasmoniikalla piiritason THz/IR-alueen suunta-an-tenni	https://arstechnica.com/science/2017/07/a-future-for-light-powered-wireless-connectivity-thanks-to-graphene/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1355633631220906/
9	Nanokokoinen spaser tappaa syöpäsoluja	http://news.gsu.edu/2017/08/21/s-paser-can-kill-circulating-tumor-cells/	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1453723821411886/
9	Suurikapasiteettinen virus-tunnistus plasmoniikalla	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-024-0850-8_13	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1202136043237333/
9	Fotonilinkejä prosessoripiir-in sisällä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uoc--edf121815.php	Kari Vah-tiala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/870419336409007/
9	Polaritron exitoneja mitattu grafeenissa, aallonpituus viritettävissä	http://nanotechweb.org/cws/article/tech/70494	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465812203536381/
9	Siirtonopeus 1Tb/s optisilla kammoilla yhdellä aaltoalueella	http://www.scienceworldreport.com/articles/14261/20140425/using-light-and-microresonators-for-ultra-fast-data-transmission.htm	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/560118714105739/
9	Nanoscale vortex beam generator	https://www.nature.com/articles/srep29547	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1339322006185402/
9	Kamerakenno IR- ja näkyvän valon alueelle (kvanttipis-teet)	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2017-05/iop-gaq052617.php	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1300302046754065/
9	Tyyppin II Dirac Fermionit, Weylin partikkelit laitteiksi?	https://physics.aps.org/articles/v10/74	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1349245951859674/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
9	Vortex-beam -keskustelu		Arvo Kukko, Ossi Pöllänen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/536384249812519/
9	Läpinäkyvä sähkömagn absorberi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/au-rdt072015.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/800080450109563/
9	Grafeenista nanometritason linssi	http://www.gizmag.com/optical-lens-one-billionth-meter-thick/41588/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891510490966558/
9	Nanotason fotonikkaa kuparin avulla, ratkaisee ongelmia	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/miop-ppa022516.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/904502559667351/
9	Grafeenirihmat emittoivat voimakasta säädettävää valoa	https://phys.org/news/2018-01-individual-graphene-nanoribbons.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1523199074464360/
9	Plasmoniikalla IR-THz-manipulointia moire-litografiassa	http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=44242.php	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1020438834740389/
9	Nanoantennin (valo) tuotantomenetelmä kehittyä	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/iuhn-042716.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/940755229375417/?comment_id=946587595458847&comment_tracking=%7B%22tn%22%3A%22R0%22%27D
9	Plasmoneista sähköllä valoksi nopeasti	http://news.mit.edu/2016/new-way-turn-electricity-light-using-graphene-0613	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/977531622364444/
9	Nanokoon valoresonaattori	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/uow-nld071315.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/796722100445398/
9	Fotonien aiheuttama massa-aalto-hypoteesi	http://www.aalto.fi/cur-rent/news/2017-06-30/	Risto Linturi	2	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1336103499840586/
9	Musta materiaali 0.035% Vantablack	http://www.independent.co.uk/news/science/blackest-is-the-new-black-scientists-have-developed-a-material-so-dark-that-you-cant-see-it-9602504.html	Antti Tulonen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/599541656830111/
9	Fotonimolekyyliä	http://phys.org/news/2013-09-scientists-never-before-seen.html	Laura Tiilikainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/446983482085930/
9	THz-plasmonien kuvantamismenetelmä	http://phys.org/news/2016-11-on-chip-thz-graphene-plasmons.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1086751911442414/
9	Optoelektroninen, tehokas bakteerin kokoinen modulaattori	http://www.mwee.com/news/electro-optic-modulator-size-bacteria-cut-energy-use	Seppo Nikkilä	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1533941173390150/
9	Simuloitu päivänvalo	http://www.coelux.com/	Olli Orkoneva	1	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/563303460453931/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
9	Pieni, nopea optinen modulaattori, plasmoniikka	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/ez-sfc072715.php	Kari Vah-tiala	-4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/803582319759376/
10	Viritettävä nanolaser & THz	http://www.nature.com/ncomms/2015/150420/ncomms7939/full/ncomms7939.html	Kari Vah-tiala	4	4	Sci	http://www.nature.com/ncomms/2015/150420/ncomms7939/full/ncomms7939.html
10	Hiukkaskiihdytin piirillä, spekulointia sovelluksilla	https://www.engadget.com/2017/10/30/slacs-accelerator-on-a-chip-could-revolutionize-modern-medicine/	Tatu Lund	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1448366968614238/
10	THz-laser grafeenimag. kentillä	http://phys.org/news/2014-11-magnetic-fields-lasers-elicited-graphene.html	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/673243236126619/
10	Grafeenista nano-laser (spaser)	http://www.extremetech.com/extreme/180728-graphene-spaser-brings-optical-computing-to-the-nano-scale	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/553690244748586/
10	Millimetrikoon mikroaaltolaser	http://www.nature-worldnews.com/articles/12016/20150116/rice-sized-laser-leads-the-way-in-quantum-computing.htm	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705889572861985/
10	Halpa femtolaseri mikrotason pintaviimeistelyyn	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-08/fopu-sia082015.php	Kari Vah-tiala	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/814778361973105/
10	Miniatyrisoitu hiukkaskiihdytin, piirillä	http://phys.org/news/2013-09-chip.html	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/447473032036975/
10	Pieni tehokas kiihdytin, pöytämalli	http://phys.org/news/2014-12-world-compact-tabletop-particle.html	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/680928258691450/
10	Valkoinen laser kvanttipi-teillä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/semiconductors/devices/the-first-white-laser	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/803834713067470/
11	Lyrebird-ohjelma imitoi ihmisiä reaaliajassa	https://www.scientificamerican.com/article/new-ai-tech-can-mimic-any-voice/	Risto Linturi	5	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1271296046321332/
11	MS puheentunnistuksessa 6.3% epätarkkuuteen	http://blogs.micro-soft.com/next/2016/09/13/micro-soft-researchers-achieve-speech-recognition-milestone/	Pekko Vehviläinen	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1066865546764384/
11	Puhtausyhteisö luonnollisemaksi - deepmind wavenet - raw audio	https://deepmind.com/blog/wavenet-generative-model-raw-audio/	Sulka Haro	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1038071346310471/
11	Simultaanitulkki korvaan, Waverlyn Pilot ennakkotilauksiin	https://www.gapyear.com/news/267902/new-earpiece-translates-speech-in-real-time	Harri Vartiainen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/962372950546978/
11	Lingmo simultaanitulkki korvaan	http://www.wired.co.uk/article/translation-earpiece-one2one-released	Vilho Ahola	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1317488635035406/
11	Google Pixel Buds: 40 kielen simultaanitulkkaus	https://www.engadget.com/2017/10/04/google-pixel-buds-translation-change-the-world/	Sami Kangas-harju	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1425036497613952/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
11	Robotisoitu puhelinpalvelu Nuance	http://www.nuance.com/for-business/customer-service-solutions/loquendo-small-business-bundle/index.htm	2014 Tulevaisuusvaaliokunnan raportti	3	6	Prod	
11	Skypeen simultaanitulkkaus	https://www.pcworld.com/article/3022752/software/skypes-magical-real-time-language-translator-tool-goes-live-for-all-windows-users.html	Anni Linturi	3	6	Prod	
11	ALS-potilas ohjaa puhesyntetisaattoria aivoimplantilla	https://www.ecnmag.com/news/2016/11/paralyzed-als-patient-operates-speech-computer-her-mind	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1097844576999814/
11	AI lukee huulilta 50% oikein	https://arxiv.org/abs/1611.05358	Kaj Sotala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1101437946640477/
11	Puheentunnistus top ten 2016	http://voice-recognition-software-review.toptenreviews.com/	2014 Tulevaisuusvaaliokunnan raportti	2	6	Prod	
11	Skypeen simultaanitulkkaus	http://www.theverge.com/2014/12/15/7393665/skype-translator-features	Tatu Lund	-4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/684578681659741/
12	AI-epätäydellinen päättely, AI voittaa pokerissa	http://www.nature.com/news/game-theorists-crack-poker-1.16683	Vilho Ahola	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/702319853218957/
12	Hermoverkkokäännöksestä hienoja tuloksia, Google	https://research.googleblog.com/2016/09/a-neural-network-for-machine.html	Milla Wirén	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1053131331471139/
12	Analyysi AI:n rajoista ja mahdollisuuksista eri alueilla	https://ai100.stanford.edu/sites/default/files/ai_100_report_0831fnl.pdf	Matti Vartiainen	4	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1187124021405202/
12	Konenäkö alittanut ihmisen virhemäärän	https://sili-conangle.com/blog/2017/09/27/google-brain-chief-jeff-dean-ai-beats-humans-computer-vision-healthcare-will-never/	Vilho Ahola	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1420108264773442/
12	AI ratkoo vaikean mat ongelman	https://www.newscientist.com/article/dn25068-wikipedia-size-maths-proof-too-big-for-humans-to-check	Tatu Lund	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/525399450910999/
12	AI:n hahmontunnistuskky paranee jatkuvasti, tilasto	https://www.eff.org/ai/metrics	Aleksi Rossi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1327563790694557/
12	GAN-oppimista, AlphaGo Zero oppi nopeasti ihmistä paremmaksi	https://www.youtube.com/watch?v=WXHFqTvffSw	Aleksi Rossi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1437141629736772/
12	Deep learning diagnostiikka-markkina \$16MRD	https://ark-invest.com/research/deep-learning-based-diagnostics	Leo Kärkäinen	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1236615443122726/
12	MIT: AI kykenee näyttämään päättelynsä	https://www.engadget.com/2016/11/01/mit-makes-neural-nets-show-their-work/?sr_source=Twitter	Jesse Soininen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1085748071542798/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
12	Hermoverkko (AI) kehittää hermoverkkoa	https://github.com/kootenpv/neural_complete	Aleksi Rossi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1251345231649747/
12	Deep vision, AI, Deep Learning -esimerkkejä	https://github.com/kjw0612/awesome-deep-vision	Kate Alhola	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875094489274825/
12	Nima (AI) tunnistaa kauniita kuvia	https://arxiv.org/abs/1709.05424	Tero Kauppinen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1506546146129653/
12	AI-startup-rahoitus nousussa	http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-03/i-ll-be-back-the-return-of-artificial-intelligence	Tatu Lund	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/714735441977398/
12	Deep learning AI, taustoitus	http://www.ted.com/talks/jeremy_howard_the_wonderful_and_terrifying_implications_of_computers_that_can_learn	Tatu Lund	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/687337841383825/
12	MIT opettanut AI:n arvioimaan kuvan muistoarvon	https://splinternews.com/mit-created-a-tool-that-will-tell-you-how-memorable-you-1793853617	Leo Kärkäinen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1506546146129653/
12	Katsaus keinoälyn ughiin	http://www.hs.fi/kuukausiliite/%C3%84ly+hoi/a1396404764124	Kate Alhola	2	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/546620745455536/
12	AI saavuttanut IQ75-tason älykkyytestissä	http://www.rdmag.com/news/2017/01/ai-model-created-performs-human-levels-standard-intelligence-test	Pekka Neva	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1164972770286994/
12	Matematiikka innovaatioiden taustalla, malli	https://www.technologyreview.com/s/603366/mathematical-model-reveals-the-patterns-of-how-innovations-arise/	Esa Heiskanen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1162238940560377/
12	Taustoitus: Useita Deep learning -malleja	http://papers.nips.cc/paper/5947-semi-supervised-learning-with-ladder-networks.pdf	Aleksi Rossi	1	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/864623603655247/
12	AI-katsaus, useita linkkejä keskustelussa	http://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/download/1877/1775	Karoliina Salmi	-2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875233852594222/
12	Katsaus moninlaisiin AI-vaikutuksiin AI100-juhlando	https://engineering.stanford.edu/news/how-will-driverless-cars-and-other-applications-ai-affect-society	Aleksi Rossi	-3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1038544426263163/
12	Konenäön läpimurto	http://www.technologyreview.com/view/530561/the-revolutionary-technique-that-quietly-changed-machine-vision-forever/	Pekko Vehviläinen	-4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/632785863505690/
13	DR Watson diagnostiikassa, yleiskuvaus, hyödyt	http://www.businessinsider.com/ibms-watson-may-soon-be-the-best-doctor-in-the-world-2014-4	Marko Mikael Tenkanen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/555492344568376/
13	Deep Mind - itseoppivaksi (unsupervised)	http://thenextweb.com/artificial-intelligence/2016/10/17/deepmind-ai-platform-can-now-learn-without-human-input/	Vilho Ahola	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1071227886328150/
13	Deep learning -framework-vertailu	https://github.com/zer0n/deepframeworks/blob/master/README.md	Karoliina Salmi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875240345926906/
13	Googlen AI opettelee AI-kehitystä	https://www.technologyreview.com/s/603381/ai-software-learns-to-make-ai-software/	Pekka Neva	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1164972770286994/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
13	AI Amazon Echo	http://www.popsci.com/amazon-echo-first-artificial-intelligence-youll-want-home?dom=fb&src=SOC	Jouni Kari	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/789762901141318/
13	Microsoftin AI-alusta avoimeksi	http://techcrunch.com/2016/01/25/microsoft-moves-its-cntk-machine-learning-toolkit-to-github/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887664531351154/
13	Googlen kuvantunnistus hyvällä tasolla	https://www.engadget.com/2016/09/23/googles-ai-is-getting-really-good-at-captioning-photos/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1050210751763197/
13	Open AI, Musk	https://medium.com/backchannel/how-elon-musk-and-y-combinator-plan-to-stop-computers-from-taking-over-17e0e27dd02a	Aleksi Rossi	2	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/864614016989539/
13	Google Deep Mind	http://themindunleashed.org/2014/11/googles-deep-mind-plans-to-create-a-computer-able-to-program-itself.html	Jarmo Heimo	-2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/664223587028584/
13	AI, Google deep learning	https://medium.com/backchannel/google-search-will-be-your-next-brain-5207c26e4523	Antti Halonen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/706393636144912/
14	Tunnetun ihmisen animointi ääninauhan huulisynkkaan	http://grail.cs.washington.edu/projects/AudioToObama/siggraph17_obama.pdf	Risto Linturi	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1346068722177397/
14	MIT: AI tunnistaa kasvot kuvakulmasta riippumatta	https://www.engadget.com/2016/12/02/mit-s-ai-figured-out-how-humans-recognize-faces/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1118694721581466/
14	Emootioita tunnistava robotti Pepper	http://edition.cnn.com/2014/06/06/tech/innovation/pepper-robot-emotions/	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	4	6	Prod	
14	Kasvokuva DNASTa, Venter	http://www.zmescience.com/medicine/genetic/dna-predict-face-voice-craig-venter-0432453/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/864386317012309/
14	Kasvojen tunnistus DNA:sta (Penn Univ.)	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/forensic-scientists-build-crude-3d-mugshots-dna	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	4	4	Sci	
14	Lämpökamera osoittaa rakastumisen	http://www.reuters.com/video/2016/05/24/thermographic-camera-knows-if-youre-in-l?videoId=368627874&videoChannel=118065&channelName=Moments+of+Innovation	Ilkka Halava	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/963375423780064/
14	Kasvoanimaatio FaceRig -ilmeiden tunnistus&animointi	http://www.indiegogo.com/projects/facerig	Antti Tulonen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/492643100853301/
14	Pix2Pix AI tekee kasvomuotokuvan viivapiirroksesta	https://www.theverge.com/tldr/2017/6/6/15749754/pix2pix-auto-fill-neural-network-images-portraits	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1371510169633252/
14	FB-kasvotunnistus paranee	http://money.cnn.com/2014/04/04/technology/innovation/facebook-facial-recognition/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/546789285438682/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
14	Emootioita tunnistava kone	http://nemohanke.blogspot.fi/2015/06/kone-tietaa-tunteesi.html	Aulikki Holma, Tatu Lund	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/786702858113989/
14	Suomalaisryhmän AI luo realistisia kasvokuvia	https://www.nytimes.com/interactive/2018/01/02/technology/ai-generated-photos.html	Marko Tenkanen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1514230782027856/
14	Naamakuva DNA'sta Penn University	https://www.newscientist.com/article/mg22129613.600-genetic-mugshot-recreates-faces-from-not-hing-but-dna	Jarmo Heimo, Tatu Lund	-4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/539863669464577/
14	Kasvojen realistinen animaatio	http://www.universityherald.com/articles/26929/20151209/tom-hanks-face-the-subject-of-digital-puppet-technology.htm	Risto Linturi	-5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/863506133766994/
15	Henkilökohtainen robotti-assistentti	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/home-robots/robot-base-personal-robot	Kari Vah-tiala	5	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/712485865535689/
15	1.000 yritystä käyttää verbot Conversicaa palveluissaan	http://www.cnn.com/2017/07/14/these-ai-bots-are-so-believable-they-get-more-dates-than-you.html	Risto Linturi	5	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1347519425365660/
15	Ruotsin pankeissa robotisoi-tuja chatbotteja	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-30/your-banker-is-always-in-sweden-rolls-out-the-robots	Kimmo Kivelä	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1364336927017243/
15	Verbot tunnistaa ihmisen emootiot 95% (Emotibot)	https://techcrunch.com/2016/12/02/emotibot-wants-to-help-chat-bots-know-how-you-really-feel/?ncid=rss&utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Techcrunch+%28TechCrunch%29&utm_content=FaceBook	Antti Lanamäki	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1117751678342437/
15	Google-home Verbot ennakoijulkistettu	http://www.nytimes.com/2016/05/19/technology/google-home-a-voice-activated-device-that-already-knows-you.html?_r=0	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/959337334183873/
15	Keskustelubotit, nykytilan ja tulevaisuuden arviointia	http://www.bbc.com/future/story/20140609-how-online-bots-are-tricking-you	Tatu Lund	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/585200084930935/
15	Robotti kirjoittaa LA Timesin uutisia	http://www.bbc.com/news/technology-26614051	Ilkka Kakko	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/538487842935493/
15	Digitaalinen puhetta ymmärtävä apulainen	http://time.com/4209859/amazon-echo-new-features-2016/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893837697400504/
15	Taloustutisrobotti AP	http://www.theverge.com/2015/1/29/7939067/ap-journalism-automation-robots-financial-reporting	Tatu Lund	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/712311798886429/
15	Masennus lievenee virtuaalihahmon avulla	http://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/masennus_lievenee_virtuaalihahmon_avulla	Krista Lagus, Kari Alanne	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/898907136893560/
15	Androidi lukee uutisia	https://www.youtube.com/watch?v=Wyl72Re5110	Pekko Vehviläinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/589279511189659/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
15	MS Verbot kokeilu Kiinassa	http://uk.businessinsider.com/microsoft-xiaoice-turing-test-in-china-2016-2	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/894294084021532/
15	Viv - hlökohtainen assistentti	https://www.theguardian.com/technology/2016/jan/31/viv-artificial-intelligence-wants-to-run-your-life-siri-personal-assistants	Pedro Esko	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1100150490102556/
15	Asus: Zenbo-kotirobotti \$599 - verbot	https://www.youtube.com/watch?v=C_wO4vmG86w	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/966783450105928/
16	Light House - kodin tapahtumat näkevä/muistava Verbot	https://www.light.house/	Ilkka Pirttimaa	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1481607078623560/
16	Akustinen kamera, äänen 3D-mallinnus	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2016-05-12-002/	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/955479811236292/
16	Nokia OZO VR-kamera \$60K	http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2495939,00.asp	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859714227479518/
16	Nvidia: kohteiden reaaliaikainen skannaus&tunnistus	https://makezine.com/2017/03/08/nvidias-new-tx2-board-dual-4k-camera-object-detection-real-time/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1559533220830945/
16	Äänikamera mekaniikan kehitykseen (SeeSV)	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/at-work/test-and-measurement/zero-in-on-buzz-squeak-and-rattle	Kari Vahatiala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/721404081310534/
16	Maapallokuva päivittäin	http://www.avaruus.fi/uutiset/maa-ja-lahiavaruus/maapallosta-julkaistaan-nyt-aidonvarinen-kokonaiskuva-paivittain.html	Esa Turtiainen	2	6	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/842699759180965/
16	Ympäristön 360-kuvaus halvalla laitteella	https://theta360.com/en/	Pekka Ketola	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/888997017884572/
16	Google Tango - AR-kännykkä	http://www.google.com/atap/projecttango/	Pekka Salokannel	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/525480197569591/
16	Urheilusuoritusten 3D-skannaus ja AI-arviointi	https://www.theguardian.com/sport/blog/2017/nov/04/ai-judges-gymnastics-olympics	Pekko Vehviläinen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1455345744583027/
16	Google Tango (3D-mallinnus) nelikopterissa	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/aerial-robots/autonomous-quadrotor-flight-based-on-google-project-tango	Ilkka Nojonen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/571487026302241/
16	Koko Tanska Minecraftissa	http://www.uusisuomi.fi/tiede-jaymparisto/68522-tanskan-valtion-huikkea-temppu-koko-maa-mineraattiin-11-koossa	Laura Tiilikainen	1	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/556181464499464/
16	3D-kuvattu video	https://www.facebook.com/schrep/videos/10153738792764443/?hc_location=ufi	Janne Mähönen	-1	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/852188738232067/
16	Nokia OZO VR-kamera	http://www.engadget.com/2015/07/28/nokias-virtual-reality-camera/	Risto Linturi	-2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/804296233021318/
16	Google Tango tunnistaa 3D-liikkeen ja sijainnin tilassa	http://www.gsmarena.com/project_tango_developer_tablet_arrives_in_the_google_play_store-news-10208.php	Paul Godsmark	-2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/667485126702430/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
17	Edullinen 3D-skannaus/VR-malli tilasta, Matterport	https://www.facebook.com/techcrunch/videos/10153485781482952/?fref=nf	Jouni Kari	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/788653941252214/
17	3D-skannaus syvyys tarkaksi polarisaatiolla	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/12/151201141244.htm	Pekka Neva	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859722324145375/
17	Sonyn uudessa puhelimessa 3D-skanneri vakiovarusteena	https://www.sonymobile.com/global-en/products/phones/xperia-xz1/3d-creator/	Harri Hakulinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1454812481303020/
17	(ToF) 3D-kamerakenno - tarkkuus 1% 4m syvyydessä	http://image-sensors-world.blogspot.fi/2015/12/pmd-and-infineon-present-improved-tof.html	Harri Vartiainen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/869566539827620/
17	HP Sprout - työasemassa 3D-skanneri vakiovarusteena	http://www.ubergizmo.com/2017/01/hp-sprout-pro-g2-pc-with-3d-scanner/	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1454812481303020/
17	3D-malli Kinect Fusionilla	http://spectrum.ieee.org/video/consumer-electronics/audiovideo/kinect-fusion-lets-you-build-3d-models-of-anything	Kari Vahatala	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/707098346074441/
17	MS videodemo: 3D-skannaus kännykällä	https://www.facebook.com/techinsider/videos/604331676431859/	Pekko Vehviläinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1080679802049625/
17	3D-skannerimarkkina \$5MRD v. 2022	https://globenewswire.com/news-release/2017/11/06/1175022/0/en/3-D-Scanning-Market-Size-Trends-to-Reach-USD-5-06-Billion-by-2022-Zion-Market-Research.html	Risto Linturi	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1454800894637512/
18	Amazon Go, AI-kauppa ilman kassoja	http://venturebeat.com/2016/12/05/amazon-launches-amazon-go-a-brick-and-mortar-grocery-store-that-does-away-with-checkouts/	Pekko Vehviläinen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1123029261148012/
18	Kiinan AI-edellytykset erinomaisten datan saatavuuden vuoksi	https://www.economist.com/news/business/21725018-its-deep-pool-data-may-let-it-lead-artificial-intelligence-china-may-match-or-beat-america	Risto Linturi	5	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1347497282034541/
18	Darpa: AI elektronisessa sodankäynnissä	https://www.nextbigfuture.com/2016/09/darpa-applying-artificial-intelligence.html	Makke VM	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1044834578967481/
18	AI voittaa mestarilentäjän ilmatistelussa	http://www.popsci.com/ai-pilot-beats-air-combat-expert-in-dog-fight	Pekko Vehviläinen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/983832411734365/
18	AlphaGo voittaa Go-mestarin	http://www.wired.com/2016/03/googles-ai-wins-pivotal-game-two-match-go-grand-master/	Aleksi Rossi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/912381375546136/
18	DR Watson yleiskuvaus	http://www.businessinsider.com/ibms-watson-may-soon-be-the-best-doctor-in-the-world-2014-4?IR=T	2014 Tulevaisuusvaaliokunnan raportti	4	5	Prod	
18	Googlen AI kehittää oman salaustekniikan	http://arstechnica.co.uk/information-technology/2016/10/google-ai-neural-network-cryptography/	Tero Puranen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1080142792103326/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskeskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
18	Optinen syöväntunnistus, Adimec	http://info.adimec.com/blogposts/interview-with-fabrice-harms-at-lltech-about-high-full-well-capacity-camera-for-non-invasive-cancer-assessment-floc-systems	Harri Vartiainen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/724032641047678/
18	Kuvantunnistus tekstiksi, demopalvelu verkossa	http://deeplearning.cs.toronto.edu/i2t	Harri Vartiainen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/714970731953869/
18	AI etsii potilaskertomuksesta syöpävihtejä	https://www.newscientist.com/article/2078159-ai-reads-doctors-notes-to-find-hidden-links-in-cancer-cases/	Kari Alanne	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/903566023094338/
18	Diagnoosibotti röntgenkuville yms.	http://singularityhub.com/2016/01/18/digital-diagnosis-intelligent-machines-do-a-better-job-than-humans/	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/884371621680445/
18	EKG-rytmihäiriöiden AT-analyysi, keskustelussa mui-takin	https://arxiv.org/abs/1707.01836	Leo Kärkkäinen, Jouni Laveri	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1494182530699348/
18	DR Watson radiologina	http://www.mediutiset.fi/uutisarkisto/peittoaako-konenako-radiologin-silmat-watson-analysoi-suomalaista-terveysdataa-jyvaskylassa-6638789	Teo Pelho	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1240441176073486/
18	Robottiasianajaja voittanut 64% ja säästänyt miljoonia	http://www.refinery29.com/2016/06/115416/donotpay-bot-traffic-ticket-robot-lawyer	Leena Merisaari	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/984903368293936/
18	AI oppii kokkaamaan videoita	http://www.hs.fi/tiede/a1305914088246?jako=df300339f3cd6f898d367d247fe73ac&ref=fb-share	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/702898653161077/
18	Maanjäristyksestä varoittava mobiilisovellus	http://advances.science-mag.org/content/2/2/e1501055.full	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/897833213667619/
18	300milj näytettä 1milj sijaan -> AI oppi paljon lisää	https://www.wired.com/story/ai-and-enormous-data-could-make-tech-giants-harder-to-topple/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1347336265383976/
18	Liikkumisen (kännykkä) globaali seuranta	http://activityinequality.stanford.edu/	Pekka Pasanen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1345056665611936/
18	Diagnosoiva peili (Wize mirror)	http://www.smithsonian-mag.com/innovation/look-into-this-smart-mirror-and-you-get-a-one-minute-medical-checkup-180956367/-RzcrJM3cvh2IZBMQ.99	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/817589251692016/
18	Parametrisoidun suunnittelun esim. rakennusteollisuudessa	https://www.youtube.com/watch?v=mghL4Wsi7vg	Mikko Leppänen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1003160626468210/
18	Tietokone tunnistaa psykoosin puheesta tarkemmin kuin liiniset menetit	http://medicalxpress.com/news/2015-08-psychosis-automated-speech-analysis.html	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/818511204933154/
18	Nopea 95% tunnistus syöpäsoluja veressä, mikroskoopi & AI	http://newsroom.ucla.edu/releases/microscope-uses-artificial-intelligence-to-find-cancer-cells-more-efficiently	Roni Kantola	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/939897866127820/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
18	CMU:n AI voittaa Texas Hold'em-mestarit	https://www.wired.com/2017/01/mystery-ai-just-crushed-best-human-players-poker/	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1176743082443296/
18	Googlen AI kehittää oman (väli)kielen	https://www.facebook.com/techinasia/videos/1273081122730298/	Pekko Vehviläinen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1130962860354652/
18	Sequedex luokittelee sekvensoidun DNA:n nopeasti	http://www.computer-world.com/article/2854003/software-can-now-identify-dna-from-viruses-and-speed-up-diagnoses.html	Tatu Lund	2	6	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/677513325699610/
18	PV-kannattavuuslaskuri satelliittikuvasta	http://www.iflscience.com/technology/should-you-get-solar-panels-ask-google	Aulikki Holma	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/816593051791636/
18	AI ohjaa Project Loon-palloja ilmapirtauksissa	https://www.wired.com/2017/02/machine-learning-drifting-real-world-internet-balloons/	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1193563277427943/
18	Älypuhelin tunnistaa Parkinsonin	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25819808	Pekko Vehviläinen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/633506266766983/
18	Nvidian 960TFlops AI-järjestelmä terveydenhuoltoon	https://www.anandtech.com/show/11824/nvidia-ships-first-volta-dgx-systems	Janne Mähönen	2	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1400168260100776/
18	Muskin AI-startup voittaa mestarin vaikeasti hahmotettavassa pelissä	http://profit.ndtv.com/news/tech-media-telecom/article-elon-musk-s-ai-startup-wins-against-world-s-best-dota-players-amazing-tweets-vishal-sikka-1737043	Kimmo Kivelä	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1376028769181392/
18	Itsemurhariski näkyy aivokuvissa 91% todennäköisyydellä	https://www.nature.com/articles/s41562-017-0234-y	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1449017295215872/
18	AI ratkoo kvanttimekaanisia tiloja	https://www.newscientist.com/article/2120856-ai-learns-to-solve-quantum-state-of-many-particles-at-once/	Pekka Neva	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1190984971019107/
18	AI kaihin etsintään	http://www.smithsonianmag.com/science-nature/eagle-eyed-ai-doctor-could-nip-cataracts-bud-180961993/	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1181136908670580/
18	Aivohalvauksen ennakointi AI:lla	http://www.cnet.com/news/samsung-prototypes-brainwave-reading-wearable-stroke-detector/	Pekko Vehviläinen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/708724959245113/
18	Biokuvainformatiikka Bi-olImageXD	https://www.doria.fi/handle/10024/97260	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	2	6	Sci	
18	Maanjäristystieto kännyköistä	https://www.facebook.com/RichardDawkinsFoundation/photos/a.496176595154.294030.8798180154/10151871457060155/?type=3&fref=nf	Micco Juonen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/449251635192448/
18	Google AI oppii pelaamaan tuntemattomia videopelejä	http://www.bbc.com/news/science-environment-31623427	Risto Linturi	-4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/726105067507102/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
19	Holoportaatiota esittävä Hololens-video	https://www.youtube.com/watch?v=7d5906cfaM0	Marko Mikael Tenkanen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/924916824292591/
19	Magic Leap julkaissut AR-lasinsa dev-version 2018 toimituksiin	https://www.rollings-tone.com/glixel/features/light-wear-introducing-magic-leaps-mixed-reality-goggles-w514479	Jouni Laveri	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1500243386759929/
19	VR ja AR \$150MRD 2020	http://www.fastcompany.com/3052209/tech-forecast/vr-and-augmented-reality-will-soon-be-worth-150-billion-here-are-the-major-pla	Risto Linturi	4	2	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/840343056083302/
19	IoT & AR -markkina \$7.000MRD v. 2027	http://www.prnewswire.com/news-releases/augmented-reality-market-iot-ar-to-reach-7-trillion-by-2027-595626251.html	Risto Linturi	4	2	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1058403990943873/
19	\$99 Mira Prism - iPhone AR-laseiksi	https://www.theverge.com/2017/7/18/15948700/mira-prism-iphone-augmented-reality-headset-hands-on-announce	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1352124598238476/
19	Grafeenista pimeänäkölasi	http://www.sciencelert.com/graphene-can-create-super-powerful-night-vision-lenses-that-are-just-one-atom-thick	Janne Mähönen	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851177498333191/
19	Hololens-arvio/esittely YouTubeissa	https://youtu.be/ihKUoZxNCIA	Jari Kotola	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1022953341155605/
19	Värisokeutta korjaavat lasit	http://enchroma.com/technology/	Tero Puranen, Jouni Knuuttila	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/993384264112513/
19	Magic Leap hakee osaamista Suomesta	https://techcrunch.com/2016/10/28/magic-leap-goes-to-finland-in-pursuit-of-nordic-vr-and-ar-talent/	Laura Tiilikainen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1079893365461602/
19	VTTn Älylasinäyttö - Dispelix	http://dispelix.com/	Pekka Pasanen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851733494944258/
19	Lämpökamera piilolinssiin	http://www.extremetech.com/extreme/178593-graphene-smart-contact-lenses-could-give-you-thermal-infrared-and-uv-vision	Risto Linturi, Jarmo Heimo	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/537736513010626/
19	Ilmaan projisoitu hologrammi	http://www.bitrebels.com/technology/realview-mid-air-holography-station/	Harri Eela	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/470448176406127/
19	Kaukoputkipiilolinssi	https://www.facebook.com/RichardDawkinsFoundation/photos/a.496176595154.294030.8798180154/10151870994790155/?type=3&fref=nf	Micco Juonen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/449252005192411/
19	Videodemo ilman tuotetusta 3D-hologrammista, Holovect	https://www.facebook.com/mashablefutureshift/videos/10154557628434705/	Pekko Vehviläinen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1080112578773014/
19	Virtuaalimaski laserilla reaaliajassa	http://www.businessinsider.com/projection-mapping-like-digital-makeup-2014-8	Pekko Vehviläinen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/618013044982972/
19	Meta 2 AR-lasit ja tulevan vinkkejä	https://www.youtube.com/watch?v=_cmPFsBOquk	Jouni Laveri	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1266805900103680/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
19	WLAN -signaalin visualisointi	http://www.theverge.com/2015/11/28/9811910/augmented-reality-app-lets-you-see-wireless-signals	Janne Mähönen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/858939074223700/
19	Ledejä piilolinssiin	http://www.cnet.com/news/bionic-eye-3d-printing-merges-contact-lens-and-qleds/	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/682512145199728/
19	Ääniympäristöä modifioivat kuulokkeet (Here)	http://gizmodo.com/what-its-like-to-wear-bionic-earbuds-1756802862	Jouni Laveri	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/892258674225073/
19	Hololens-teknologiaa selitetty	https://www.youtube.com/watch?v=-606oZKLs_s	Harri Vartiainen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/906833776100896/
19	Patentti älykontaktilaseille	http://phys.org/news/2014-04-patent-google-sharpens-contact-lens.html	Jarmo Heimo	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/551990368251907/
19	Älylasit (2D) Kopin'ita	http://venturebeat.com/2016/01/04/kopin-enables-augmented-reality-glasses-with-breakthroughs-in-display-speech-and-battery-tech/	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/876912942426313/
19	Virtuaali-ikkunat Virginin lentokoneisiin - konsepti	http://www.virgin.com/richard-branson/virgin-launches-glass-bot-tomed-plane	Pekko Vehviläinen	2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/620192484765028/
19	Sony patentoi tallentavat piilolinssit	http://www.techinsider.io/sony-contact-lenses-record-whatever-you-see-2016-5	Kaj Sotala	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/952921994825407/
19	MS Hololens testiarvio	http://goo.gl/gvV1L7	Marko Mikael Tenkanen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/934696309981309/
19	Prinsessa Leia -hologrammi-projektori kehitteillä	http://www.zdnet.com/article/3d-printing-with-light-scientists-create-3d-holograms/	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1536934373090830/
19	Relumino VR-app korvaa näkökyvyn puutteita	https://www.engadget.com/2017/08/20/samsung-relumino-vision-ar-app/	Harri Hakulinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1515993568518244/
19	AR-avustettu pingpong	https://www.facebook.com/mymoderndem/?fref=nf	Pekka Karhu	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/948846855232921/
19	Keino(super)linssi silmään	http://www.collective-evolution.com/2015/06/19/the-8-minute-surgery-that-will-give-you-superhuman-vision-forever/	Harri Vartiainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/787376454713296/
19	Älypiilolinssien patentti (Samsung)	http://www.theverge.com/2016/4/7/11383200/samsung-smart-contact-camera-patent-application	Jouni Laveri	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/934310493353224/
19	Googlen Magic Leap -investointi	http://www.bloomberg.com/video/google-qualcomm-are-interested-in-augmented-reality-ZsOfTgy3RxWWXA3hmp~jNQ.html	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/655175041266772/
19	Hololens rakennesuunnittelussa, Sweco	https://www.facebook.com/teemu.lehtinen/videos/10154304941242755/?ref=4&action_history=%5B%7B%22surface%22%3A%22group%22%2C%22mechanism%22%3A%22surface%22%2C%22extra_data%22%3A%5B%5D%7D%5D	Marko Mikael Tenkanen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/969962003121406/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
19	Anatomia AR-laseilla	https://www.facebook.com/Vocativ/videos/1250410894971143/	Timo Miettinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/976879982429608/
19	VR projektoreilla ilman laseja (MS RoomAlive)	https://www.fastco-design.com/3036628/microsoft-can-now-turn-any-space-into-the-holodeck?partner=rss	Juan Juha Seg	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/646743335443276/
19	Digitaalipeilissä sisäelimet	http://m.medicaldaily.com/miracle-digital-mirror-reveals-your-internal-organs-using-kinect-camera-and-pet-scans-277348	Jarmo Heimo	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/553281861456091/
19	Skenariovideo AR-todellisuudesta	https://vimeo.com/166807261	Marko Mikael Tenkanen	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/960146800769593/
19	3D-tulostetut WiFi-keinosilmät 2027	http://3dprint.com/52616/mhox-3d-printed-eyes/	Pekko Vehviläinen	2	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/739246629526279/
19	Hololamp - AR ilman laseja, pintaprojektiona	http://hololamp.tech/faq/	Tero Junkkari, Jouni Kari	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1339948266122776/
19	Magic Leap AR-patentteja	http://fortune.com/2015/09/01/magic-leap-patents-contact-lens/	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/821666061284335/
19	Atheer, 2D-Äilylasit	http://atheerair.com/	Tatu Lund	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878962652221342/
19	Thinglink AR- ja VR- mainoslinkkeihin	http://www.talouselama.fi/kasvuyritykset/ulla-engestromin-thinglink-kerasi-miljoonasijoituksen-laa-jentaa-virtuaalitodellisuuteen-6303424	Laura Tiilikainen	1	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/897304260387181/
19	Hololens 1Q2016	http://www.cnet.com/news/microsofts-hololens-priced-at-3000-for-developer-edition-shipping-early-next-year/	Risto Linturi	-2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/838659262918348/
19	Laserilla 3D-valopisteitä ilmaan	http://www.thisiscolossal.com/2014/11/an-aerial-laser-display-capable-of-projecting-3d-objects-in-mid-air/	Jussi Ruohonen	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/665432233574386/
19	AR-Magic Leap, just another day	https://www.youtube.com/watch?v=kPMHcanq0xM	Risto Linturi	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/739306786186930/
19	Google Glass Dubaissa	http://nuviun.com/content/news/dubai-using-google-glass-beyond-healthcare	Pekko Vehviläinen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/650022905115319/
19	AR Magic Leap -kehitysympäristö	http://techcrunch.com/2015/06/02/magic-leap-platform/	Risto Linturi	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/777823672335241/
19	AR-Hololens demo	http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2475581,00.asp	Risto Linturi	-2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/709093902541552/
19	Hololens toimituksiin 2016	http://uk.businessinsider.com/microsoft-hololens-augmented-reality-glasses-will-be-available-to-developers-within-a-year-2015-8?r=US&IR=T	Risto Linturi	-4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/806445762806365/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
19	Arvio AR/VR-markkinan segmenteistä 2020 (150MRD)	http://www.valuewalk.com/2016/02/virtual-and-augmented-reality-the-players-and-the-game-infographic/	Jarmo Kuismanen	-5	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/903870756397198/
20	Nelikopterilentoa VR-laseilla	http://www.youtube.com/CharpuFPV	Jouni Laveri	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/673757192741890/
20	Intel VR-tuotteisiin, Project Alloy	http://www.bbc.com/news/technology-37098764	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1034565683327704/
20	VR edistää halvauspotilaan kuntoutusta	https://www.facebook.com/quartznews/videos/1247234775310222/	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1024360787681527/
20	Google Earth VR koettavissa netissä	https://www.youtube.com/watch?v=SCrKZOx5Q1M	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1099402993510639/
20	VR-rauhoitusta kemoterapian aikana	https://www.facebook.com/ajplusenglish/videos/801983766609799/	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1049484008502538/
20	Samsung GearVR	http://www.pcworld.com/article/2986140/gadgets/samsungs-new-gearvr-virtual-reality-headset-only-costs-99.html	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832609050190036/
20	Oculus dronen kauko-ohjauksessa	http://mashable.com/2014/04/28/oculus-rift-flying-drone/	Pekko Vehviläinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/655699724547637/
20	Nvidia, 1700Hz VR-näyttö, pahoinvointikeskustelu	http://www.digitaltrends.com/virtual-reality/nvidia-1700hz-vr-display/	Kari Sipilä, Tommi Varis	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1070851873032418/
20	Virtuaalinen (CT) ruumiinavaus	https://www.youtube.com/watch?v=9usf3kL7mc	Pekko Vehviläinen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/597561367028140/
20	Oculus VR armeijakäytössä	http://www.itviikko.fi/uutiset/2014/05/06/panssarikuskitsuunnistavat-oculus-riftilla--vaikka-pahaa-tekisi/20146372/7	Pekko Vehviläinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/562978207153123/
20	VR+Robottiesimerkkejä	http://www.youtube.com/watch?v=13JGGbB2ctM	Antti Tulonen	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/642043132579963/
20	360 asteen video Facebook/BBC	https://www.facebook.com/bbcearth/videos/1135051163195105/?fref=nf	Jarmo Salmea	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/902728069844800/
21	Soli - minitutki, demovideo	https://www.youtube.com/watch?v=H41A_IWZwZI	Jouni Laveri	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/960503384067268/
21	Finch: Kevyet datahanskat	https://www.daydreamdistrict.com/finch-demonstrates-new-hand-tracking-controller-for-mobile-vr/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1281010928683177/
21	UltraHaptics: monipistekosketus ultraäänillä ilmaan	http://www.youtube.com/watch?v=2QkbVr4J7CM	Jouni Laveri	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/471290336321911/
21	Demovideo haptisista VR-hanskoista, Gloveone	https://www.facebook.com/virtuality/videos/977380659048733/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/959793470804926/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
21	Kosketeltavat hologrammit femtolaserilla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/audio-video/femtosecond-lasers-create-3d-midair-plasma-displays-you-can-touch	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/795056960611912/
21	Elekäyttöliittymä ultraäänillä (Elliptic Labs)	http://www.cnet.com/news/elliptic-labs-ultrasonic-gestures-could-revolutionize-smartphone-interaction-next-year/	Pekko Vehviläinen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/652796761504600/
21	Silmänliikeosoitin "hiiri" Eye-Can	http://www.theverge.com/2014/1/25/7279849/samsung-eyecan-plus-eye-mouse	Pekko Vehviläinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/673086199475656/
21	Myo liikeohjausta tunnistava ranneke	https://www.myo.com/	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/873610929423181/
21	Elekäyttöliittymä - Soli	https://www.facebook.com/Vocativ/videos/1015231405155761/?fref=nf	Severi Virolainen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/872607036190237/
21	Haptisia liittymiä ultraäänillä (WV)	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/gadgets/ces-2015-hands-on-with-ultra-haptics-ultrasonic-tactile-display	Kari Vah-tiala	-2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/712492222201720/
21	Mikrotutka-käyttöliittymä	http://m.youtube.com/watch?v=0QNzFzSsPc0	Pekka Ketola, Esa Heiskanen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/778747092242899/
21	Haptisen teknol suomalainen kehittäjä (tiedot kadonneet)	http://senseg.fi/	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	-2	4	Prod	
22	IBM tallennusennätys 1 bitti 1 atomiin	https://www.ibm.com/blogs/research/2017/03/meet-ibm-nanoscientists/	Tapio Rinne	5	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1234497380001199/
22	Spintroniikalla energiatehokkuutta ICThen	http://www.nature-worldnews.com/articles/6274/20140307/multiferroic-magnetic-materials-increase-power-efficiency-computers.htm	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/532936370157307/
22	128Gbit nopeaa muistia pii-riin	http://newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2015/07/28/intel-and-micron-produce-breakthrough-memory-technology	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/804445276339747/
22	IBM&Sony 330TB pieneen nauhakasettiin	https://arstechnica.com/information-technology/2017/08/ibm-and-sony-cram-up-to-330tb-into-tiny-tape-cartridge/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1366839436766992/
22	Grafeenista vähävirtainen, nopea muistipiiri	http://news.stanford.edu/news/2015/october/graphene-memory-chips-102315.html	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/844854455632162/
22	360TB muistikristalli valmistettu	http://phys.org/news/2016-02-eternal-5d-storage-history-human-kind.html	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/898802310237376/
22	Optinen GST-muistipiiri GHz-nopeus, pysyvä	http://www.kurzweilai.net/first-all-optical-chip-memory	Pekka Neva	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832402910210650/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
22	Intel: tulossa 1.5TB SSD muistikampa	https://arstechnica.com/information-technology/2017/03/intels-first-optane-ssd-375gb-that-you-can-also-use-as-ram/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1222736117843992/
22	Joustava PRAM-muisti, 20mikroampeerin virralla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/tkai-akr061515.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/783922785058663/
22	Grafeenista magneettinen, muisti	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/graphene-becomes-magnetic-and-electric-at-same-time	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/712332272217715/
22	500 Terabittiä R/W neliötuumalle (hidas)	http://gizmodo.com/record-setting-hard-drive-writes-information-one-atom-a-1783740015	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/997007547083518/
22	Racetrack-muisti etenee	http://www.electronicweek.com/news/glasgow-and-leeds-researchers-move-towards-racetrack-memory-2015-12/	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/873629659421308/
22	IBM: Racetrack, nopea masamuisti 5v tuotannosta	http://www.computerweekly.com/news/450419357/Racetrack-Memory-products-in-five-years-says-IBM-fellow	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457256094391992/
22	MS tallentanut 200Mt DNA:han	https://www.technologyreview.com/s/601851/microsoft-reports-a-big-leap-forward-for-dna-data-storage/	Ari Ruotsalainen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/990151314435808/
22	Kvartsikiteestä supermuisti (360TB lasilevylle)	http://bit.ly/1jswMm1	Jarmo Heimo	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/553272444790366/
23	Keinotekoinen synapsi memristor oppii autonomisesti	https://futurism.com/we-just-created-an-artificial-synapse-that-can-learn-autonomously/	Arvo Kukko	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1246905295427074/
23	IBM: 16 milj. neuronin ja 256 milj synapsin prosessori	http://nextbigfuture.com/2016/03/neuromorphic-supercomputer-has-16.html	Pekka Neva	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/927462110704729/
23	Memristor 50ns kytkentä, tila säilyy 11vrk virratta	https://www.extremetech.com/extreme/258134-organic-memristor-sets-records-speed-durability	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457340257716909/
23	Digitaalinen hermosolurajapinta suunnitteilla (DARPA)	http://www.darpa.mil/news-events/2015-01-19	Pekka Neva	4	2	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885719308212343/
23	Memristor-prosessori	http://fortune.com/2015/09/03/memristor-brain-like-chips/	Kari Alanne	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/822327934551481/
23	Intelin Loihi-piirillä 130k neuron ja 130M synapsia	https://newsroom.intel.com/editorials/intels-new-self-learning-chip-promises-accelerate-artificial-intelligence/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1416953795088889/
23	HP: nopea muistipohjainen prosessointi, konseptiproto	https://news.hpe.com/hewlett-packard-enterprise-demonstrates-worlds-first-memory-driven-computing-architecture/	Jouni Kari	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1144953878955550/
23	Know Memristor-tuoteperhe memristoreiden edelläkävijänä	http://knowm.org/memristors/	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1370982469686022/
23	Miljoona neuronin IBM:n piirillä	http://www.bbc.com/news/science-environment-28688781	Vilho Ahola	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/612282718889338/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
23	Googella omat TPU:t AI-käyttöön	https://cloudplatform.googleblog.com/2016/05/Google-supercharges-machine-learning-tasks-with-custom-chip.html	Leo Kärkäinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/961781803939426/
23	IBM RPU nopeuttaa neuroverkkoja	http://www.tomshardware.com/news/ibm-chip-30000x-ai-speedup,31484.html	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/925934810857459/
23	Memristor -taustoitus	http://edition.cnn.com/2015/02/26/tech/mci-eth-memristor/index.html	Risto Linturi	3	3	Sci	
23	Nvidialta uusi AI-prosessori	http://europe.newsweek.com/miracle-computer-chip-gives-big-boost-artificial-intelligence-451366?utm_source=twitter&utm_medium=twitter&utm_campaign=%2Fmiracle-computer-chip-gives-big-boost-artificial-intelligence-451366	Tatu Lund	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/944216252362648/
23	Neurogrid - 1M neuronia, 7MRD synapsia kortilla	http://www.cnet.com.au/brain-inspired-circuit-board-9000-times-faster-than-an-average-pc-339347168.htm	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/560016720782605/
23	Hermoverkkoprosessorien läpimurtoja ja näkymiä	https://singularityhub.com/2018/02/07/brain-like-chips-now-beat-human-brain-in-speed-and-efficiency/	Pekka Huh-tala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1550330651751202/
23	Neuroprosessorit Qualcomm, IBM, Intel	http://readwrite.com/2013/10/25/neural-processing-unit	Antti Halonen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/492447297539548/
23	Apple Neural Engine mobiililaitteisiin	https://phys.org/news/2017-05-apple-mobile-ai-chip-intelligence.html	Pekka Neva	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1301174330000170/
23	Pienikulutuksinen Eyeriss AI-prosessori älypuhelimien	http://www.engadget.com/2016/02/07/low-power-neural-network-chip/	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/894556507328623/
23	Aivojen emulointi (IBM) (Modha esitelmä)	http://www.youtube.com/watch?v=tqeINGOzIZo	Antti Halonen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/492467414204203/
23	Mustesuihkutulostettava memristor Suomesta	http://yle.fi/uutiset/suomessa_kehitettiin_ainutlaatuisia_painettua_alua_muistivastus_voidaan_tulostaa_vaikka_postipaketin_kylkeen/8494473	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/863039800480294/
23	Assosiatiivinen piiri (IBM)	http://www.technologyreview.com/news/533526/new-form-of-memory-could-advance-brain-inspired-computers/	Tatu Lund	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/694228217361454/
23	HP640TB cpu&muistiyksikkö?	http://bit.ly/1i3zSAI	Jarmo Heimo	-4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/584558008328476/
24	Zeno-ilmiö - vahvistettu, mahdollistaa kvanttikommunikoinnin	http://phys.org/news/2015-10-zeno-effect-verified-atoms-wont.html	Harri Vartiainen	5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/844080385709569/
24	Materiaatin kvanttikommunikatio osoitettu mahdolliseksi (Zeno-efekti)	http://www.electronicproducts.com/Sensors_and_Transducers/World_39_s_first_direct_counterfactual_quantum_communication_proven_possible.aspx	Seppo Nikkilä	5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1331467370304199/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
24	Kvanttialattu yhteys Kiinasta Itävaltaan 7500+2600km	https://newatlas.com/micius-quantum-internet-encryption/53102/	Seppo Nikkilä	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535015766616024/
24	Vortex beam -kvanttilomitus kilometrietäisyydellä	http://spectrum.ieee.org/telecom/security/two-steps-closer-to-a-quantum-internet	Kari Vah-tiala	5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/874361776014763/
24	Kvanttitietokone (Google) kertaluokkia nopeampi joissakin tehtävissä	http://www.extremetech.com/extreme/219160-googles-quantum-computer-is-100-million-times-faster-than-a-conventional-system	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/863500493767558/
24	Kvanttilomitusennätys 1200km kiinalaisille	http://science.sciencemag.org/content/356/6343/1140	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1317806935003576/
24	Kvanttikommunikaatio kaukunkien välillä kuituverkossa	http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/2016/09/19/quantum-teleportation-enters-real-world/	Timo Suopelto	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1046646138786325/
24	Kvanttitietokone - fotonikytin	http://www.scienceworldreport.com/articles/13946/20140410/new-atom-photon-switch-herald-breakthrough-quantum-computers.htm	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/548820641902213/
24	IBM:n 50 kubitin kvanttitietokone, lomittunut tila 90mikrosekuntia	https://www.technologyreview.com/s/609451/ibm-raises-the-bar-with-a-50-qubit-quantum-computer/	Jukka Reitmaa	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457397437711191/
24	Kvanttisilta (piiri) liittää kvanttitietokoneet toisiinsa	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-10/dnldaf101416.php	Kari Vah-tiala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1069546789829593/
24	Tietoturvaa kvanttilomitusella	http://phys.org/news/2014-12-fraud-proof-credit-cards-quantum-physics.html	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/684903618293914/
24	Intel toimittanut asiakkaalle 17 kubitin piirin	https://techcrunch.com/2017/10/10/intel-moves-towards-production-quantum-computing-with-new-17-qubit-chip/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457397437711191/
24	Kvanttitietokoneen jäähdytys ratkaistu Aallossa	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2016-02-01-002/	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891118551005752/
24	Monikanavainen kvanttilaskentapiiri	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/tos-rca042716.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/944216252362648/
24	Qubitin spin-tieto siirretty fotoniin piipohjaisella piirillä	https://phys.org/news/2018-01-quantum-silicon-chip.html	Seppo Nikkilä	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1537236336393967/
24	Aalto-yliopistossa rakennetaan kvanttitietokonetta	https://areena.yle.fi/1-4231529	Tapio Rinne	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457397437711191/
24	Stabiili neljän kubitin rekisteri	https://phys.org/news/2017-11-quantum.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457397437711191/
24	Aalto-yliopistolle miljoonarahoitus kvanttiprosessoriin	http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/miljoonalla-liikkeelle-aalto-yliopistossa-rakennetaan-quantum-tietokone-6681612	Ville Vähämäki	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1429054917212110/
24	Suomalainen BlueFors toimittaa kvanttikoneisiin kryo-geniiikkaa	http://www.bluefors.com/index.php/company	Jouni Knuuttila	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1457397437711191/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
24	Kvanttitietokone piille	http://www.smh.com.au/technology/sci-tech/australian-researchers-make-quantum-computing-breakthrough-paving-way-for-worldfirst-chip-20151005-gk1bov.html	Harri Vartiainen	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/839401902844084/
24	Kvanttilomitusennätys maasta kiinalaiseen satelliittiin	https://www.technologyreview.com/s/608252/first-object-reported-from-earth-to-orbit/amp/	Sami Kangas-harju	-4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1344965412287728/
24	Kvanttikoneen kestävä salaus	http://www.wired.com/2015/09/tricky-encryption-stump-quantum-computers/	Esa Turtiainen	-4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/830543670396574/
24	Kvanttilogiikkapiiri piisirulle	http://www.sciencealert.com/australian-engineers-have-put-quantum-technology-in-a-silicon-chip-for-the-first-time	Kari Alanne	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/836858139765127/
25	Valon manipulointi IR-UV -välillä grafeenin avulla	http://newatlas.com/graphene-gallium-nitride-two-dimensional-penn-state/45144/	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1029696850481254/
25	Spin kytkettävissä grafeeni/MoS2, muisti&prosesointi	https://phys.org/news/2017-07-graphene.html	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1338403862943883/
25	Elektronit grafeenissa ohjattavissa jännitteellä	https://www.rdmag.com/article/2017/10/scientists-discover-how-control-electrons-graphene	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1441730819277853/
25	Nanohiilitransistori piipohjaista tehokkaampi	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/carbon-nanotube-transistors-finally-outperform-silicon	Risto Linturi, Seppo Nikkilä	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1033860070064932/
25	Yhden atomin optinen kytkin valmistettu	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/optoelectronics/worlds-first-singleatom-optical-switch-fabricated	Kari Vah-tiala	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/892020987582175/
25	Nanometrin transistoriportti nanohiilistä	http://phys.org/news/2016-10-materials-smallest-transistor-nanometer-carbon.html	Tatu Lund	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1061660040618268/
25	N3XT 3D-piiriarkkitehtuuri käyttää hiiliinanoputkia	http://phys.org/news/2015-12-skyscraper-style-chip-boosts-fold.html	Pekka Neva	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/863775693740038/
25	Elektronivirta grafeenissa ballistinen, lähes vastukseton	https://phys.org/news/2017-08-electrons-liquid-graphene-physics.html	Risto Linturi	4	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1384502175000718/
25	Läpinäkyvän grafeeniaurinkokennon kehityshaasteita	http://news.mit.edu/2017/mit-researchers-develop-graphene-based-transparent-flexible-solar-cells-0728	Tapio Pernu	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1450355508415384/
25	Pienitehoisia transistoreita	http://www.cam.ac.uk/research/news/engineers-design-ultralow-power-transistors-that-could-function-for-years-without-a-battery	Petja Jäppinen, Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1078741202243485/
25	Joustavia nopeita piipohjaisia transistoreita	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/uow-wsp042016.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/942830485834558/
25	Kiinalaisilta grafeenipohjainen e-paperi	http://www.jagranjosh.com/current-affairs/china-developed-worlds-first-graphene-electronic-paper-1461921648-1	Leena Merisaari	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1020438834740389/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
25	Grafeeni/platina - herkkä valokenno ja keinoitekoinen lehti	https://phys.org/news/2018-01-proton-graphene-renewable-energy.html	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1534808936636707/
25	Tulostettava valopaperi	http://www.fastcompany.com/3038890/rohinnis-lightpaper-is-incredibly-thin-and-printable	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/708984649219144/
25	Grafeenipinnoite paperiseen näyttöpintaan	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/optoelectronics/grapheneenabled-paper-makes-for-flexible-display	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1007878452663094/
25	3D-tinasta erittäin nopea puolijohde	http://www.gizmag.com/2d-semiconductor-tin-monoxide/41843/	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/899097496874524/
25	Taivutettava laite (MS), päälle puettavaa elektroniikkaa	http://www.neowin.net/news/microsoft-is-serious-about-foldable-and-printable-electronics	Ensio Ruotsalainen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/766522620132013/
25	Litettä grafeenikaiutin lämmittää ilmaa	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/consumer-electronics/gadgets/graphene-enables-flat-speakers-for-mobile-audio-systems	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1039689119482027/
25	Ensimmäinen toimiva grafeenitransistori (FET)	http://www.extremetech.com/extreme/183653-the-first-fully-2d-wonder-material-graphene-molybdenite-transistor-could-be-the-future-of-fast-electronics	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/578250605625883/
25	Perovskiiitransistori	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/for-first-time-researchers-fabricate-a-transistor-out-of-perovskite	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/765523920231883/
25	Varaukseton sähkövirta grafeenissa	http://www.nature-worldnews.com/articles/9010/20140912/using-graphene-spin-electrons-new-directions.htm	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/635048636612746/
25	Tarkka menetelmä elektroniikan tuottamiseksi nanohiilistä	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/07/170725090138.htm	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1363218310462438/
25	Nanokoon diodi, transistori	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/dbnl-mth072915.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/805694316214843/
25	Läpinäkyvät ja venyvät transistorit sekä johtimet	http://advances.sciencemag.org/content/3/9/e1700159	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1401380353312900/
25	Grafeenin kaltainen helpommin tarkasti luotava pinta	https://phys.org/news/2017-12-artificial-graphene-nanofabricated-semiconductor.html	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1501683349949266/
25	Perovskiiitiohukalvo	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/dbnl-adt092515.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832998876817720/
25	Shottky-diodiin radikaali parannus grafeenilla	https://phys.org/news/2017-02-diodes-graphene-interlayer.html	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1192644944186443/
25	Ruiskutettavia korkeatasoisia puolijohteita	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-11/uos-spc111816.php	Kari Vah-tiala	1	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1104004279717177/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
25	Nanokoon optinen kytkin	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/lmsu-tw102715.php	Kari Vah-tiala	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/846101405507467/
26	Piirinopeus 245THz mahdollinen plasmoniikkatunneloinnilla	http://www.gizmag.com/nanoelectronic-circuits-quantum-plasmonic-tunneling/31714/	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/560118714105739/
26	Weylin fermioni kuljettaa vaurausta 1000*elektronin nopeudella	http://www.sciencelert.com/scientists-have-finally-discovered-massless-particles-and-they-could-radically-speed-up-electronics	Kari Alanne	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/804322019685406/
26	Terahertsitaajuuksinen spin-kaskadilogiikka nanohiilistä	https://www.nature.com/articles/ncomms15635	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1378135778970691/
26	Exiton-polariton kvasipartikkeilla uusia mahdollisuuksia	http://www.news.ia-state.edu/news/2017/06/07/exiton-polaritons	Anni Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1313131738804429/
26	Tardis-arkkitehtuuri vähentää moniydinprosessorin muistitarvetta	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/tardis-memory-could-enable-huge-multi-core-computer-chips	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/825935907524017/
26	Intel 16MRD massiiviseen rinnakkaislaskentaan (FPGA)	http://motherboard.vice.com/read/intel-bets-167-billion-on-the-massively-parallel-future	Tapio Rinne, Risto Linturi	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875719905878950/
27	Pehmeä exoskeleton	http://www.technologyreview.com/news/530751/motorized-pants-to-help-soldiers-and-stroke-victims/?utm_campaign=socialsync&utm_medium=social-post&utm_source=facebook	Merja Jauhiainen	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/635485923235684/
27	Honda vuokraa kävelyavustajarobottia 331eur/kk	https://www.autoevolution.com/news/honda-walking-assist-device-leasing-debuts-better-chances-for-recovering-riders-98106.html	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887869077997366/
27	Atlas-robotti tekee voltteja	https://www.wired.com/story/atlas-robot-does-backflips-now/	Jouni Laveri, Pekko Vehviläinen	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1464818176969117/
27	FDA-ok robottijalat halvauspotilaille \$80K	http://futurism.com/new-robotic-exoskeleton-paraplegics-way/	Pekko Vehviläinen	4	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/932521123532161/
27	Suix -exoskeleton raskaan työn tekijöille	https://www.facebook.com/businessinsider/videos/642649132609143/	Kari Kaakko	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1369092483208354/
27	Halvaantuneen robottijalat \$40K, 12,5kg	https://www.technologyreview.com/s/546276/this-40000-robotic-exoskeleton-lets-the-paralyzed-walk/	Pekka Neva	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1150712028379735/
27	Deep Mind: tekoäly oppii itse kävelemään simuloitussa ympäristössä	https://deepmind.com/blog/producing-flexible-behaviours-simulated-environments/	Pekko Vehviläinen	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1458190964298505/
27	Hyundain robottijalat myyntiin	https://www.wired.com/video/2016/12/hyundai-s-exo-skeleton-makes-everyone-an-iron-man/	Pekka Neva	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1142296732554598/
27	Cyberdynen robottijaloille (HAL) FDA-hyväksyntä	https://spectrum.ieee.org/the-human-os/medical-devices/cyberdynes-medical-exoskeleton-strides-to-fda-approval	Anni Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535919669858967/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
27	Kävelyavustaja pehmeillä keinoilihaksilla toteutettu	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180110101016.htm	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1521999147917686/
27	Pehmeä kävelyavustin (voimapuku?)	http://fashnerd.com/2017/01/smart-clothing-sensors-and-artificial-intelligence/	Tatu Lund	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1209317465852524/
27	Tukiranka nostotehtäviin (Korea)	https://www.newscientist.com/article/mg22329803-900-robotic-suit-gives-shipyard-workers-super-strength/	Aleksi Rossi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/611142502336693/
27	Liikkeen suunnittelu robotiikan ratkaistava ongelma	http://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-software/motionplanning-chip-speeds-robots	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1144558988995039/
27	Pieni Minotaur-robotti liikkuu jo jäällä	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/robotics-hardware/ghost-robotics-minotaur-demonstrates-impressive-new-skills	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1204564312994506/
27	Pehmeät robottijalat/kävelyavustaja (Superflex)	https://www.technologyreview.com/s/601420/the-elderly-may-toss-their-walkers-for-this-robotic-suit/	Leo Kärkäinen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/969915843126022/
27	Robottijalkaproteesit - tukirangan kovettuminen, pehmeneminen	http://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance	Jari Kotola	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/633442023440074/
27	Schaft 2-jalkainen robotti	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/humanoids/shaft-demos-new-bipedal-robot-in-japan	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/935611103223163/
27	2-jalkainen robotti ulkokävely	http://venturebeat.com/2015/08/15/watch-a-boston-dynamics-humanoid-robot-wander-around-outside/	Kari Alanne	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/813203718797236/
27	Pehmeät robottijalat Harvardista	http://www.smithsonianmag.com/innovation/this-soft-exo-suit-could-help-people-walk-farther-easier-180961893/?utm_source=twitter.com&utm_medium=socialmedia	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1174593365991601/
27	Eksoskeleton, joka suurentaa liikeradat	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/931819636935643/	Vilho Ahola	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/931819636935643/
27	eksoskeleton-tuoli	http://edition.cnn.com/2014/08/20/tech/innovation/the-chairless-chair/index.html	Pekko Vehviläinen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/619568971494046/
27	Robottijalat, EksoBionics	http://gizmodo.com/wheelchair-bound-woman-walks-again-with-a-3d-printed-ex-1528719886	Jari Kotola	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/526433474140930/
27	Proteesijalassa tuntoaisti	http://europe.newsweek.com/worlds-first-feeling-prosthetic-leg-revealed-328387	Lassi Val-kama	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/791136181003990/
27	Maastossa kävelevä, jousitettu robotti (spring-mass)	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/10/151027132928.htm	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845846272199647/
27	Halvaantuneille etiäisrobottikehoja	https://www.newscientist.com/article/mg23230974-600-paralysed-people-inhabit-distant-robot-bodies-with-thought-alone	Olli Markkanen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1078973395553599/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
27	Jalkarobottiproteesi	http://bit.ly/1FMbFat	Merja Jauhiai-nen	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/657036804413929/
27	Robottiproteesijalat	https://www.youtube.com/watch?v=CDsNZJTWw0w	Pekko Vehviläinen	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/586811468103130/
27	Halpa monitaitoinen nelijalkainenrobotti (Minotaur)	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/robotics-hardware/ghost-robotics-minotaur-quadrupe?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+IeeeSpectrumRoboticsChannel+%28IEEE+Spectrum%3A+Robotics%29	Risto Linturi	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1046337115483894/
27	Hondan kävelyavustaja	http://www.youtube.com/watch?v=SLSOsy7MRHA	Risto Linturi	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/536708873113390/
27	Kävelevä kädellinen robotti metsässä ja varastossa	https://www.facebook.com/ThinKInc.org.au/videoes/1072335462819210/?fref=nf	Risto Linturi	-4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/903791476405126/
28	GM aloittaa kaupallisen robottitaksitoiminnan vuonna 2019	https://www.theverge.com/2017/11/30/16720776/gm-cruise-self-driving-taxi-launch-2019	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1481084142009187/
28	GM robottiauto taitavasti SF-kaduilla	https://www.driverless.id/news/video-analysis-new-gm-cruise-self-driving-video-shows-more-mastery-sf-roads-time-with-pip-proof-0176178/	Paul Godsmark	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1189674154483522/
28	Waymo aloitti autonomisen tilausliikenteen Phoenixissa	https://www.wired.com/story/waymo-google-arizona-phoenix-driverless-self-driving-cars/	Leo Kärkkäinen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1455889351195333/
28	Waymo kuljettamaan asiakkaita Phoenixissa autonomisesti	https://medium.com/waymo-with-waymo-in-the-drivers-seat-fully-self-driving-vehicles-can-transform-the-way-we-get-around-75e9622e829a	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1459047184212883/
28	Nvidia: uusin prosessori kykenee tason 5 autonomiseen ajoon	https://www.theverge.com/2017/10/10/16449416/nvidia-pegasus-self-driving-car-ai-robotaxi	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1428795963904672/
28	Kalifornia sallimassa täysin kuljettajattomat autot	http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3816278/Self-driving-cars-let-loose-California-Officials-sign-bill-lets-vehicles-travel-without-human-driver-inside.html	Risto Linturi	5	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1056416587809280/
28	Fordilta car-sharing -robottiauto 2021	https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2016/08/16/ford-targets-fully-autonomous-vehicle-for-ride-sharing-in-2021.html	Risto Linturi	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1018608978256708/
28	GM+Lyft Robottitaksit liikenteeseen 2017	http://www.computerworld.com/article/3066929/car-tech/lyft-gm-self-driving-electric-taxi-soon-itbwcw.html	Risto Linturi	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951631158287824/
28	GM robottiautojen sarjatuotantovalmiudessa	https://www.engage.com/2017/09/11/gm-might-beat-competitors-to-driverless-car-production/	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1405809292870006/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiautiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
28	Autonominen sähkörekkä liikenteeseen Ruotsissa	https://www.kauppalehti.fi/uutiset/ruotsalaisyhtio-kehitti-ikkunatoman-sahkorekan---toimii-myyos-kauko-ohjauksella/CnPguEHV	Kari Sipilä	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1339994302784839/
28	Robottiautoihin investoitu nyt \$80MRD	http://thehill.com/policy/transportation/355696-driverless-car-investments-top-80-billion	Risto Linturi	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1438611136256488/
28	19 robottiautokehittäjää, tähtäin 20-luvussa	http://nordic.businessinsider.com/companies-making-driverless-cars-by-2020-2016-10	Risto Linturi	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1072185472899058/
28	GM 500\$ milj. Lyftiin robottiautostrategian osana	http://www.wired.com/2016/01/gm-and-lyft-are-building-a-network-of-self-driving-cars/	Pekka Neva	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/876774369106837/
28	Teslan autopilotilla 40% vähemmän onnettomuuksia	http://www.theverge.com/2017/1/19/14326258/teslas-crash-rate-dropped-40-percent-after-autopilot-was-installed-feds-say	Kari Sipilä	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1165416240242647/
28	Etelä-Koreassa robottitaksi	http://www.uusisuomi.fi/autot/166221-video-nain-saadaan-taksikuskienkin-tyot-loppumaan	Marko Miinin	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885758234875117/
28	Robottiautojen patenttikisa	http://www.businessinsider.in/This-Chart-Shows-That-GMs-Making-A-Huge-Bet-On-Self-Driving-Cars/articleshow/45982459.cms	Tatu Lund	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/711789982271944/
28	Uber-Otto -robottirekka tehnyt 1. toimituksensa	https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/	Pekka Neva	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1078121442305461/
28	Autonomista lumessa ajamista testattu Lapissa	https://techcrunch.com/2017/12/15/finnish-autonomous-car-goes-for-a-leisurely-cruise-in-the-driving-snow/	Tatu Lund	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1495808680536733/
28	Robottiautoprosessori - Deep learning	http://www.hpcwire.com/2016/01/06/nvidia-pascal-gpus-coming-to-automotive-supercomputer/	Pekka Neva	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/881841535266787/
28	Simulointi robottiliikenteen kapasiteetista	http://www.forbes.com/sites/chunkamui/2014/04/17/mit-and-stanford-researchers-show-robotaxis-could-replace-private-cars-and-public-transit/	Risto Linturi	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/554155814702029/
28	VW investoi sähkö- ja robottiautoon 34MRD vuoteen 2022	https://www.ft.com/content/6ed3b1d2-cbbb-11e7-aa33-c63fdc9b8c6c?segmentid=acee4131-99c2-09d3-a635-873e61754ec6	Aki Siiponen	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1466467793470822/
28	Uber tilaa 24 tuhatta robottiautoa Volvoa	https://techcrunch.com/2017/11/20/uber-orders-24000-volvo-xc90s-for-driverless-fleet/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1468174909966777/
28	BMW lupaa autonomisen auton 2021	http://nordic.businessinsider.com/bmw-to-rival-mercedes-with-level-5-driverless-car-in-2021-2017-3?r=US&IR=T	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1222174674566803/
28	Kiinan Uberia vastaava Didi saanut jo \$19MRD rahoituksen	https://www.wsj.com/articles/chinas-ride-sharing-app-didi-raises-4-billion-in-new-funding-1513820940	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1500798200037781/
28	Robottiliikenne ja Here	http://360.here.com/2015/01/05/bmw-unveil-future-driving-cs/	Harri Vartiainen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/700149726769303/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
28	Robottiautot ja Suomi	http://www.ess.fi/uutiset/kotimaa/article1820116.ece?ref=ece_front-page-section-teaser-groupSection-default	Ville Vähämäki	2	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/569702156480728/
28	Baidun 1000 miljardin skenario robottiliikenteen arvosta	https://seekingalpha.com/article/4103658-driverless-technology-may-give-baidu-120-billion-annual-revenue-2021	Risto Linturi	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1394915097292759/
28	Arvio robottiautojen yleisty misestä	https://singularityhub.com/2017/02/05/what-happens-when-self-driving-is-as-common-as-cruise-control/	Pekka Neva	2	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1181100182007586/
28	Robottiliikennekatsaus	http://www.usatoday.com/story/money/cars/2015/03/04/mckinsey-self-driving-benefits/24382405/	Tatu Lund	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/731207150330227/
28	Robottikuorma-autoja testataan UK:ssa	http://dlvr.it/KIDSPy	Bror Salmelin	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/912327395551534/
28	Robottiautohalukkuus	http://www.computerworld.com/s/article/9246418/Half_of_Americans_want_to_live_in_a_smart_city_with_driverless_cars	Risto Linturi	2	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/526703030780641/
28	Formula E robottikisat	http://www.fiaformulae.com/en/news/2015/november/formula-e-kinetik-announce-roborace-a-global-driverless-championship.aspx	Veijo Tikka	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/857880414329566/
28	Robottirekat Euroopan halki	http://qz.com/656104/a-fleet-of-trucks-just-drove-themselves-across-europe/	Aleksi Rossi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/934125866705020/
28	Ford patentoi robottiauton viihdeominaisuuksia	http://www.forbes.com/sites/jeffmcMahon/2016/03/07/ford-turns-driverless-cars-into-mobile-movie-theaters/	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/911321022318838/
28	Robottitraktorit maataloustöissä	https://www.youtube.com/watch?v=T7Os5Okf3OQ	Jussi Tunkari	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1029873603796912/
28	LVM-robottiliikennesuunnitelma	http://www.lvm.fi/julkaisu/4444104/robotit-maalla-merella-ja-ilmassa-liikenteen-alykkaan-automaation-edistamissuunnitelma	Jarmo Lahti	2	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/850679491716325/
28	Robottijakeluauto Nuron prototyyppi julkistettu	https://www.theverge.com/2018/1/30/16936548/nuro-self-driving-delivery-last-mile-google	Tatu Lund	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1545217868929147/
28	Toyotan robotiikka	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/artificial-intelligence/gill-pratt-on-toyota-robot-plans	Kari Vah-tiala	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/825949154189359/
28	Toyota julkaisee autonomisen (konsepti)palveluauton	https://techcrunch.com/2018/01/08/toyota-launches-dedicated-mobility-services-concept-vehicle/	Tatu Lund	1	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1520641278053473/
28	Teslan koeajo Suomessa	http://www.stara.fi/2015/10/25/tesla-model-s-autopilot-autosteer/	Samuli Lauri-kainen	1	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/844653482318926/
28	UK robottiautot kenttätesteihin	http://www.bbc.com/news/technology-30316458	Risto Linturi	-3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/678129385638004/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiautiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
28	Tesla robottiajoon	http://www.nytimes.com/2015/03/20/business/elon-musk-says-self-driving-tesla-cars-will-be-in-the-us-by-summer.html?_r=0	Risto Linturi	-3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/738858082898467/
28	Uber robottiautotutkimukseen	http://techcrunch.com/2015/02/02/uber-opening-robotics-research-facility-in-pittsburgh-to-build-self-driving-cars/	Tatu Lund	-3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/714735821977360/
28	Robottiauto-prosessori	http://www.wired.com/2015/03/nvidias-powerful-new-computer-helps-teach-cars-drive/?mbid=social_twitter	Pekko Vehviläinen	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/741458072638468/
28	Laaja robottiliikennekokeilu Ruotsissa	https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/136182/volvo-car-group-initiates-world-unique-swedish-pilot-project-with-self-driving-cars-on-public-roads	Tero Kauppinen	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/486165114834433/
29	Handle - 2-pyörärobotti portaissa ja kantaa tavaroita	https://www.youtube.com/watch?v=-7xvQqeoA8c	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1203672603083677/
29	2-pyöräinen älykäs tavarankuljetin (Piaggio)	https://www.technologyreview.com/s/603558/this-robot-will-carry-your-stuff-and-follow-you-around/	Pekka Neva	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1179357672181837/
29	Viro laskee jakelurobotit jalkakäytävälle	https://www.engadget.com/2017/06/15/estonia-welcomes-delivery-robots-to-sidewalks/	Makke VM	4	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1278629135588023/
29	Nelipyöräinen pieni jakelurobotti	https://www.youtube.com/watch?v=lzww1UsxYdk	Pekka Neva	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/848663751917899/
29	Polkupyörään tutka	http://www.techcentral.co.za/sa-made-radar-to-keep-cyclists-safe/50704/	Pekko Vehviläinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/625916924192584/
29	Thyssenin kaapeliton hissi kulkee vaaka- ja pystysuoraan	https://www.facebook.com/FuturismEnergy/videos/168353087046984/	Jani Ehro	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1399975270120075/
29	Kevytsähköajoneuvot laillisiksi	http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/muutosta-ale-taan-valmistella-kevyet-sahkokulkuneuvot-laillisiksi-liikenne-kaytossa?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter	Risto Linturi	2	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/745048522279423/
29	Urb-E -sähkömopo	http://techcrunch.com/2014/02/10/urb-e-the-fold-up-electric-scooter-goes-live-on-indiegogo/	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/533140563470221/
29	Sähköpyörälauta	http://www.dx.com/p/eyu-x1-2-wheel-self-balance-drifting-electric-vehicle-white-black-370426?utm_source=facebook&utm_medium=banner&utm_campaign=20150104fbksku370426	Ilkka Pirttimä	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/703175443133398/
29	Robottioskori	http://nextbigfuture.com/2015/11/skype-cofounders-make-ground-delivery.html	Pekka Neva	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/848663751917899/
29	Robottipallo sotilastestissä	http://www.iflscience.com/technology/meet-guardbot-spherical-amphibious-robot	Pekko Vehviläinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/722052241245718/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
30	Amazon aloittaa nelikopterijakelun UK:ssa	http://www.csmonitor.com/Technology/2016/0726/Amazon-begins-testing-delivery-drones-in-Britain	Risto Linturi	5	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1002226289894977/
30	Pentagon: parviäly dronehyökkäyksiin	https://www.weforum.org/agenda/2017/01/the-pentagon-is-testing-hundreds-of-miniature-attack-drones	Pekko Vehviläinen	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1160574450726826/
30	JD.com -nelikopterijakelu jo mittavaa	http://www.caixinglobal.com/2017-04-10/101076281.html	Jarno Lönnqvist	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1270889893028614/
30	Nelikopteri lentää 2 tuntia polttokennolla	http://www.geek.com/news/drone-can-fly-for-2-hours-thanks-to-hydrogen-fuel-cell-1650724/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/957131921071081/
30	FAA hyväksyi lääkenelikopterin	http://www.ibtimes.co.uk/faa-proves-first-drone-delivery-service-amazon-prime-air-loses-race-medical-supply-firm-flirtey-1511175	Pekko Vehviläinen	4	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/799904403460501/
30	Nelikoptereiden valvonta Nasa/Verizon -puhelinmastot	https://wtvox.com/robotics/verizon-and-nasa-are-developing-a-system-to-track-drones/	Pekko Vehviläinen	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/838341436283464/
30	Autonomiset nelikopterit nopeassa kehitysvaiheessa	https://youtu.be/ZIHNM37maK0	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/872565269527747/
30	FAA vapauttaa droneliikennettä (2016)	http://www.inc.com/yoram-solomon/with-one-rule-the-faa-just-created-an-82-billion-market-and-100000-new-jobs.html	Timo Miettinen	4	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/984309311686675/
30	Nelikopterit ja muut dronet asekäytössä	https://www.youtube.com/watch?v=9CO6M2Hs0IA	Risto Linturi, Jouni Knuuttila	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465332710250997/
30	Nokia develops UTM for UAV traffic management	https://unmannedcargofaircraftconference.com/drone/nokia-europes-drone-collaborate/	Riku Leppänen	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1058381244279481/
30	BVLOS-rahtidrone Hangosta Haapsaluun	https://www.hanko.fi/ajankoh-taista/ajankohtaista/miehittamaton_ilma-aluslento_hangosta_haapsaluun_16.8..8870.news?7_o=60	Riku Leppänen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1023467211104218/
30	Monipuolinen maanviljelys-robotti	http://www.american-robotics.com/	Pekko Vehviläinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1495729647211303/
30	Amazonin nelikopterista hybridi	http://techcrunch.com/2015/11/29/amazon-shows-off-new-prime-air-drone-with-hybrid-design/	Tapani Alasarela	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/858853534232254/
30	Nelikopterijakelu WallMart	http://in.reuters.com/article/2015/10/27/wal-mart-stores-drones-idINKN0SLOB120151027	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845394728911468/
30	Aseistettu nelikopteri	http://www.ibtimes.co.uk/drone-shoots-handgun-while-flying-alar-ming-video-raises-safety-concerns-1511294	Pekko Vehviläinen	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/799904473460494/
30	Rumble Tools julkaisi lentäviä työrobotteja	http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/suomalaisinnovaatiomaailmanvalloituksen-lentavia-robotteja-kohta-muurarin-apupoi-kana-ja-kauppahalleissa/6143508	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1082872925163646/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
30	Nelikopteri hengenpelastustehtävissä	https://www.good.is/articles/chile-drones-lifeguards	Esa Heiskanen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/739995386118070/
30	Nelikopterien regulointi-Trafi	http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/3174/miehittamattomille_ilma-aluksille_erittain_liberaalia_saantelya	Risto Linturi	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/716408078476801/
30	EU-RPAS (drone) regulointi	https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NPA%202014-09.pdf	Mikko Saarisalo	3	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/548999448550999/
30	Nelikopterit maataloudessa	http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-03-16/what-the-french-know-about-drones-that-americans-dont	Marita Kaatrala	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/736502279800714/
30	Tarautuva nelikopteri valvontaan	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/drones/microspines-make-it-easy-for-drones-to-perch-on-walls-and-ceilings	Jouni Laveri	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/959663650817908/
30	Google nelikopterijakeluun 2017	http://myfox8.com/2015/11/28/google-x-hopes-to-launch-drone-deliveries-by-2017/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/867244850059789/
30	Mersun jakeluvisioauto + dronet lähijakeluun	https://qz.com/879605/mercedes-made-a-crazy-van-with-built-in-drones-and-robot-arms-to-deliver-the-packages-of-tomorrow/	Pekka Neva	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1183921565058781/
30	Nelikopteriregulaatio USA	http://econ.st/1B4ywgh	Jarmo Heimo	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/725627230888219/
30	Pienet, autonomiset salaturhaajadronet	https://www.themaven.net/mishtalk/economics/micro-assassination-drones-fit-in-your-hand-lcoMKld1qUeR4hKnf11x9w	Pekka Ketola	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1480624505388484/
30	Nelikopterimetsitys - hinta 15% nykyisestä	http://www.iflscience.com/environment/drones-take-reforestation-new-heights/	Esko Nuutila	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/879771718807102/
30	Nelikopteriturheilua	https://www.facebook.com/nrkivsstil/videos/10154044139728619/	Laura Tiilikainen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/905390379578569/
30	Robottilentorahtijärjestelmä PUCA suunnitteilla	http://www.platfomuca.org/	Riku Leppänen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951034291680844/
30	Nelikopteri valvoo USAssa junaradan kuntoa	https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-29/buffett-s-167-year-old-railroad-tests-skies-for-the-drone-age	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1029443263839946/
30	Microfilament drone 24/7 lento 150m korkeudessa	http://phys.org/news/2015-11-parc-limit-flight-microfilament.html	Pekka Neva	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/850343095083298/
30	Drone-hävittäjä sotilaskäyttöön	http://gizmodo.com/unmanned-drones-landing-autonomously-next-to-f-18s-is-a-1623368962	Pekko Vehviläinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/617919954992281/
30	Rynnäkökivääri toimii nelikopterissa oikealla ripustuksella	http://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/yritykset/rynnakkokivääri-saatiin-toimimaan-kauko-ohjattavassa-pienlennokissa-aseyhtioratkaisi-rekyyliongelman-6668482	Petja Jäppinen	2	3		https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1376169145834021/
30	Vetykäyttöinen nelikopteri pysyy 4 tuntia ilmassa	https://edgylabs.com/hydrogen-powered-drone-hycoper-flight-4-hours	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1467911369993131/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
30	Nelikopteridefibrillaattori	https://www.facebook.com/stjohnfirstaid/videos/857910784251727/	Arvo Kukko	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/663093263808283/
30	Nelikopteriyhtiö tavaranjake-luun	http://fiirtey.com/	Timo Mieltinen	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/979459148838358/
30	Nelikopteri siirtyy aerodynaamiseen lentoon	https://www.youtube.com/watch?v=kXql26sF5uc	Ville Nikkanen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/763427667108175/
30	Feston robottilintu	http://www.ted.com/talks/a_robot_that_flies_like_a_bird.html	Risto Linturi, Olli Hietanen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/510167679100843/
30	Gimball-nelikopteri lentää ahtaissa paikoissa	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/aerial-robots/flyability-gimball-drone-exploring-ice-caves	Kari Vah-tiala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/884578921659715/
30	FAA käynnistää dronetestit	http://www.youtube.com/watch?v=E2stferhRgU	Risto Linturi	2	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/512540848863526/
30	Nelikopterijoukkoliikenne	https://www.facebook.com/worldbulletin/videos/1136275596399437/?fref=nf	Arvo Kukko	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/837270443057230/
30	Nelikopterilautailua lumella	https://www.facebook.com/verge/videos/1031743590195317/?fref=nf	Laura Tiilikainen	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893671130750494/
30	Anti-drone-verkkotykki	http://www.slashgear.com/gas-powered-shoulder-cannon-blasts-nets-at-wayward-drones-04430387/	Hannu Kokko	1	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/909361929181414/
30	Biohajoava runkomateriaali nelikopterissa	http://www.newscientist.com/article/mg22429952.400-biodrone-simply-melts-away-when-it-crashes.html	Harri Vartiainen	1	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/667016060082670/
30	Postin 4kopteritesti	http://www.posti.fi/lennot/	Risto Linturi	-1	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/817259501724991/
30	Kevyt kameranelikopteri	http://www.wired.com/2015/09/dont-fooled-adorable-little-drone-means-business/	Pekka Neva	-1	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/821695361281405/
30	Leijulauta nelikopterilla	http://www.avweb.com/avwebflash/news/Hoverboard-On-The-Market-By-Christmas-224136-1.html	Harri Vartiainen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/772449842872624/
30	Nelikopteridefibrillaattori	https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10152974941624909&set=gm.705484976235778&type=3	Tatu Lund	-2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705484972902445/
30	Nelikopterit lääkekuljetuksiin (DHL)	http://online.wsj.com/articles/deutsche-post-dhl-to-deliver-medicine-via-drone-1411576151?mod=e2tw	Ilkka Kakko	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/639501169500826/
30	Amazon nelikopterijulkistus 2013	http://www.theverge.com/2013/12/1/5164340/delivery-drones-are-coming-jeff-bezos-previews-half-hour-shipping	Ilkka Kakko	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/479786112139000/
31	Bloomberg: katsaus lentävien autojen kehitykseen	http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-06-09/welcome-to-larry-page-s-secret-flying-car-factories	Jouni Knuutila	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/972837812833825/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
31	Dubai Autonomous Transport Strategy	https://www.linkedin.com/in/mohammedbinrashid	Ari Lannamäki	4	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1114601681990770/
31	Airbus testaa lentävää autoa 2017 (Vahana)	https://www.fastcompany.com/3067669/exclusive/airbus-is-about-to-build-a-self-flying-electric-robo-taxi/1	Risto Linturi, Pekka Neva	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1162692100515061/
31	Lilium-lentoauton testilento Saksassa	http://www.theverge.com/2017/4/20/15369850/lilium-jet-flying-car-first-flight-vtol-aviation-munich	Mikko Kangas	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1258125704305033/
31	Uber: lentoautotaksien kannattavuusarvio	https://www.uber.com/info/elevate/summit/	Kate Alhola	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1264461347004802/
31	Dubai kokeilemaan lentävää autoa liikenteessä	http://www.bbc.com/news/technology-38967235	Pekka Ketola	3	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1087237068060565/
31	Lentävät autot Uberin tavoitteeksi	https://www.wired.com/2016/10/uber-flying-cars-elevate-plan/	Vilho Ahola, Pekka Neva	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1087237068060565/
31	SureFly nelikopterit ihmisille, tunnin lentoaika, testiin 2017	https://www.facebook.com/businessinsider/videos/10154850271619071/	Timo Miettinen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1351194784998124/
31	Uberin robottilentotaksit Dubai, LA, Dallas v. 2020	https://www.engadget.com/2017/11/08/uber-works-with-nasa-to-get-flying-taxis-ready-for-2020/	Kari Kaakko	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1456571837793751/
31	Henkilökohtainen Hirobo Bit	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851170468333894/	Janne Mähönen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851170468333894/
31	Intel ja Toyota rahoittamaan Joby-lentotaksia	https://www.digitrends.com/cool-tech/electric-flying-taxi-joby-aviation/	Kate Alhola	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1547745182009749/
31	Liliumin testilennon video	https://www.google.fi/amp/s/techcrunch.com/2017/04/20/watch-liliums-successful-test-flight-of-the-worlds-first-electric-vtol-jet/amp/	Vilho Ahola	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1262963270487943/
31	VTOL-kevytlentokone Joby	http://www.jobyaviation.com/S2/	Kate Alhola	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/706409659476643/
31	Zapata Ezfly, kaupallinen lentolauta, lentoaika 3min	https://newatlas.com/zapata-ezfly-flying-segway/53044/	Seppo Nikkilä	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535046436612957/
31	Henkilönelikopterit Hoverbike	https://www.facebook.com/DrSaiSatish/videos/693522244049344/	Esa Heiskanen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/689569884493954/
31	Arca Hoverboard	http://nextbigfuture.com/2015/12/arcaspace-makes-true-125-mph-battery.html	Pekka Neva	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/872611112856496/
31	Pyöräkohteri	https://www.facebook.com/haberaycom/videos/1134855556539984/?fref=nf	Kari Vahatiala	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/726008594183416/
31	Hoverboard -lentoaika 10 minuuttia	http://zapata-racing.com/flyboard-en/	Vilho Ahola	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1210328125751458/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
31	Larry Page sijoittaa lentäviin autoihin	https://www.vox.com/new-money/2016/12/30/14105960/flying-car-future-explained	Risto Linturi	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1147762158674722/
31	Kevytlentokone/vesitaso	http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-09-17/the-icon-a5-is-the-closest-thing-to-a-flying-car-you-can-buy-today	Rami Niemi	1	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/830543670396574/
31	Henkilökohtainen Volocopter	https://www.youtube.com/watch?v=tNulEa8LTHI	Arvo Kukko	1	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/510641985720079/
31	Airbus: lentoautohanke Vahana julkaistu	http://www.theverge.com/2016/10/21/13357690/airbus-flying-car-vahana-a-cubed-autonomous-taxi	Ari Lammäki	-4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1080863498697922/
32	Ilmalaiva rahtikäyttöön Lockheedilta	http://hybridhe.com/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/987397104711229/
32	Aurinkolentokone maailman ympäri	http://www.solarimpulse.com/	Pekko Vehviläinen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/731704226947186/
32	Sunstar Hale PV-lentokone kehitteillä	http://www.solar-flight.com/projects/sunseeker-duo/	Kate Alhola	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1169566096494328/
32	Aurinkolentokone 81h lento	http://www.suas-news.com/2015/07/37499/solar-powered-81-hours-flight-successful-a-new-endurance-world-record/	Ilkka Nojonen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/804448299672778/
32	Facebook-tukiasemalennokin koelento onnistui	https://www.facebook.com/facebook/videos/10154835146021729/	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/998956173555322/
32	24h hybrididrone Aistrato	http://nextbigfuture.com/2015/12/stratospheric-solar-electric-and-hybrid.html	Pekka Neva	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/870977156353225/
32	Drone ilmassa vuorokauden aurinkoenergialla	http://youtu.be/rMkPjBf6dNQ	Kate Alhola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/958216750962598/
32	PWC: 500M köyhyydestä leijuvilla internet-tukiasemilla	https://www.theguardian.com/technology/2016/may/17/connecting-everyone-to-internet-global-economy-poverty	Harri Vartiainen	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/959130354204571/
32	Lockheed: Hybrid airship ilmaan v. 2018	https://www.circa.com/story/2017/09/18/science/lockheed-martins-hybrid-airship-is-taking-off-next-year-we-got-a-sneak-peak	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1458529937597941/
32	Ilmakehäsatelliittilentokone Solara testeissä (Skybender)	http://www.theguardian.com/technology/2016/jan/29/project-skybender-google-drone-tests-in-ternet-spaceport-virgin-galactic	Risto Linturi, Pekka Neva	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887824888001785/
32	Aquila, FB:n ilmakehäsatelliittijärjestelmä kehittyä	https://code.facebook.com/posts/348442828901047/aquila-what-s-next-for-high-altitude-connectivity/	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1458513824266219/
32	Google Loon Intiaan	http://fossbytes.com/googles-project-loon-gets-indian-govt-in-principle-nod/	Risto Linturi	3	4	Prod	http://www.indiatimes.com/lifestyle/technology/6-must-know-facts-about-google-s-project-loon-which-aims-to-provide-free-internet-to-rural-india-246916.html

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
32	Google Loon maapallon ympäri 22 päivässä	http://www.techtimes.com/articles/5216/20140405/googles-loon-balloon-circles-globe-in-just-22-days-internet-for-all-remains-goal.htm	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/547024905415120/
32	Leijuvia dronekantoaluksia Darpa	http://sploid.gizmodo.com/call-the-avengers-the-pentagon-wants-to-make-helicarri-1656968348	Pekko Vehviläinen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/666077473509862/
32	Ilmalaivarahtikuljetin	http://www.sahko-lamppu.com/2014/09/ilmalaivakuljettamaan-puuhiilta.html	Esa Turtiainen	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/637378443046432/
32	Purjekoneella 30km korkeuteen	http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-09-23/gliding-at-the-edge-of-space-for-science	Risto Linturi	1	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832858343498440/
32	Atm satelliitit Facebook	https://www.facebook.com/zuck/videos/10102274951725301/	Ilkka Nojonen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/805024129615195/
32	Googlen tukiasemapallot	http://bit.ly/1D94lb3	Ilkka Nojonen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/804685966315678/
32	Google Project Loon	http://www.theverge.com/2015/3/2/8130759/project-loon	Marko Mikael Tenkanen	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/728184733965802/
32	Ilmakehäsatelliitti (Facebook)	http://www.nytimes.com/2015/03/26/technology/drones-beaming-web-access-are-in-the-stars-for-facebook.html?_r=0	Risto Linturi	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/742381279212814/
33	Sähköiset autonomiset rahtilautat kavanaliikenteeseen 2018	https://www.theguardian.com/environment/2018/jan/24/worlds-first-electric-container-barges-to-sail-from-european-ports-this-summer?CMP=fb_gu	Veikko Hintsanen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1541239779326956/
33	Foiling-purjehdus	http://edition.cnn.com/videos/tv/2015/03/11/spc-mainsail-design-special-a.cnn	Kari Mikkelä	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/736280609822881/
33	Yaran autonominen sähkötoiminen konttialus	https://www.wsj.com/articles/norway-takes-lead-in-race-to-build-autonomous-cargo-ships-1500721202	Kimmo Kivelä	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1357283237722612/
33	RR: Robottilaiva kehitteillä Suomessa	https://www.youtube.com/watch?v=vg0A9Ve7SxE&feature=youtu.be	Arvo Kukko, Sirpa Kuusela	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1018224958295110/
33	Ultrakevyt sisävesialus ei vaadi syviä väyliä	http://docplayer.fi/3182488-Biolai-vat-ky-uutta-suomalaista-innovatiivista-varustamotoimintaa.html	Juha Paronen, Veikko Hintsanen	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1357610054356597/
33	SeaOrbiter joukkorahoitettu, rakentaminen alkaa	http://inhabitat.com/the-seaorbiter-futuristic-marine-research-essel-reaches-crowdfunding-goal-nears-construction-start/	Eetu Simpanen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/512793608838250/
33	Kevyemmän laivarakenteet määräykseen	http://www.e-lass.eu/	Veikko Hintsanen	2	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1317814538336149/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
33	RR&VTT Robottialusten "white paper"	http://www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/services/ship-intelligence/remote-and-autonomous-operations.aspx	Tatu Lund	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/981459581971648/
33	Robottilaivat RR+VTT	http://www.tekniikkatalous.fi/Liikenne/suomalaiset+kehittavat+automaattiohjausta+laivoihin++kapteeni+tuijottaa+naytto/a1036716	Kari Vah-tiala	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/693896260727983/
34	Boring Company - tunnelikelkat esitely	https://www.facebook.com/techinsider/videos/750382231826802/	Mikko Kangas	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1266917050092565/
34	Hyperloop One 1. POD-testi onnistunut, 310km/h	https://www.engadget.com/2017/08/02/hyperloop-one-first-pod-xp1-test/	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1366233560160913/
34	Hyperloop esisopimuksiin Suomen, Alankomaiden ja Dubain kanssa	http://www.cnn.com/2016/11/10/hyperloop-one-finland-netherlands-dubai-setting-up-high-speed-transport-system.html	Jarmo Heimo	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1093361974114741/
34	KPMG: Hyperloop Helsinki-Tukholma kannattava	http://gizmodo.com/hyperloop-connecting-helsinki-and-stockholm-turns-300-m-1783135650	Risto Linturi	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/988623947921878/
34	Boring Co. tarjonnut nopean loop-lentokenttäyhteyden	https://www.engadget.com/2017/11/30/elon-musk-boring-company-chicago-airport-transit/	Kari Kaakko	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1480046045446330/
34	Passiivinen maglev - magneetit vain vaunussa	https://web.archive.org/web/20050309204941/http://www.skyt-ran.net/press/sciam02.htm	Harri Vartiainen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1215521225232148/
34	Hyperloop One osaksi Virgin-yhtiötä, Branson hallitukseen	https://hyperloop-one.com/introducing-virgin-hyperloop-one	Risto Linturi	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1430741860376749/
34	Hyperloop Helsingistä Tukholmaan?	http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/junalla-helsingista-tukholmaan-tulevaisuuden-juna-firma-kiinnostui-tunnelihankkeesta/5573288	Pekka Pasanen	3	2	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/856490614468546/
34	Boring Company - tunnelidemonstratio	http://insideevs.com/elon-musk-reveals-electric-sled-boring-company-tunnel/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1284760291641574/
34	Abu Dhabi ja Dubain välillä jo 2 hyperloophanketta	http://mobile.reuters.com/article/idUSKBN1411A1	Timo Miittinen	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1132151906902414/
34	SpaceX-hyperloop-kisan 1. vaihe	http://hyperloop.tamu.edu/news-release-january-30-2016/	Harri Vartiainen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1174980512619553/
34	HTT valmistaa 1. tilatun Hyperloop-podin	https://techcrunch.com/2017/03/21/hyperloop-transportation-technologies-starts-building-its-first-full-size-passenger-pod/	Kari Sipilä	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1223761757741428/
34	Slovakian Hyperloop-hanke	http://www.engadget.com/2016/03/10/hyperloop-transportation-technologies-slovakia-contract/	Arvo Kukko	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/913100412140899/
34	Kiinalainen suunnitelma 4.000km/h hyperloopista	http://shanghaiist.com/2017/08/30/hyperloop.php	Kari Kaakko	2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1392461620871440/
34	Hyperloop kohti kokeiluja	http://www.wired.com/2014/12/jumpstartfund-hyperloop-elon-musk/	Risto Linturi	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/687480048036271/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
34	Hyperloop One - 1. kelkka-testi onnistunut, 120km/h	https://www.theverge.com/2017/7/12/15958224/hyperloop-one-first-full-system-test-devloop	Tapani Kaskeala, Jussi Tunkkari	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1345972495520353/
34	Hyperloop-testirata	https://www.youtube.com/watch?v=1dXliqyGa5M	Pekka Neva	-3	2	Prod	
34	Hyperloop-testirata	http://techcrunch.com/2015/01/15/elon-musk-will-build-a-hyperloop-track-for-ultra-high-speed-transport-tests/?fb_action_ids=10152776187049635&fb_action_types=og.shares	Jari Kotola	-3	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705157606268515/
34	Hyperloop -testit etenevät	http://www.wired.com/2015/12/the-hyperloops-testing-its-propulsion-system-next-month/?mbid=nl_12915	Pekka Neva	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705157606268515/
34	Hyperloop-kiinnostusta Helsinki-Tukholma	http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/junalla-helsingista-tukholmaan-tulevaisuuden-junafirma-kiinnostui-tunnelihankkeesta/5573288	Pekka Pasanen	-3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/856490614468546/
34	Hyperloop-radan rakentaminen alkanut	http://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a18872/hyperloop-technologies-physical-tubes-ready-assemble/	Risto Linturi	-4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/904261219691485/
35	Ionimootori kevyisiin lentokoneisiin	http://newsoffice.mit.edu/2013/ion-thrusters-0403	Henri Heinonen	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/693521257432150/
35	SpaceX-kantoraketin laskeutuminen onnistuu	http://www.space.com/32525-president-obama-hails-spacex-rocket-landing.html	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/935450149905925/
35	Rocket Lab -3D-tulostettu hiilikuituraketti, lasti 150kg	https://www.rocketlabusa.com	Aleksi Rossi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/755082074609401/
35	Ramjet - 4*yläänennopeuden risteilyohjuksia	http://nextbigfuture.com/2015/08/russia-shows-off-supersonic-combusting.html	Pekka Neva	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/818441224940152/
35	Mikrosatelliitti radalleen 10m, 3tn raketilla	https://gizmodo.com/watch-the-japanese-space-agency-set-a-record-for-smaller-1822700556	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1546153878835546/
35	Cubesat-WIFI-yhteys	http://www.ibtimes.com/introducing-outernet-free-worldwide-wi-fi-access-beamed-space-1556016	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/536347086482902/
35	Caltech: 17.5M rahoitus 2500 satelliitin aurinkovoimalalle	http://www.caltech.edu/news/space-based-solar-power-project-funded-46644	Juho Pesonen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1430555473728721/
35	Em Drivepaperi hyväksytty julkaistavaksi vertaisarvioinnin jälkeen	http://arc.aiaa.org/doi/full/10.2514/1.836120	Esa Heiskanen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1101313319986273/
35	Bank of America: avaruusteilisuus \$3.000MRD 30 vuodessa	https://www.cnbc.com/2017/10/31/the-space-industry-will-be-worth-nearly-3-trillion-in-30-years-bank-of-america-predicts.html	Göte Nyman	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1452602158190719/
35	Musk lupaa alle tunnin kaukomatkoja raketilla	https://www.theverge.com/2017/9/29/16383048/elon-musk-spacex-rocket-transport-earth-travel	Harri Vartiainen	3	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1421034441347491/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
35	Lunar Xprize, viisi kuuhun 2017	http://www.theverge.com/2017/1/24/14360574/google-lunar-x-con-test-moon-landing-2017	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1170296173087987/
35	EM-Drive vahvistus 6 eri ko- keessa	https://www.technologyreview.com/s/601299/the-curious-link-between-the-fly-by-anomaly-and-the-impossible-emdrive-thruster/	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/942703975847209/
35	Falcon Heavyn laukaisu onnistui - Tesla asteroidi- vyöhykkeelle	https://www.nytimes.com/2018/02/06/science/falcon-heavy-spacex-launch.html	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1549044621879805/
35	Halpa satelliittilaukaisu, Branson	https://www.facebook.com/RichardBranson/photos/a.10150152138395872.292541.31325960871/10152552306725872/?type=3	Kate Alhola	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705435869574022/
35	Metallinen vety mahdollistaa yksivaiheraketit, jos stabiilia	https://www.livescience.com/57645-elusive-metallic-hydrogen-created.html	Risto Linturi	3	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1372357356215200/
35	Satelliitti-internet 4.000 satelliittia, Muskin suunnitelma	http://www.cnet.com/news/elon-musk-is-trying-to-bring-the-internet-to-space/	Risto Linturi	3	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/706382486146027/
35	Hengittävä rakettimoottori kehitteillä	http://tiedetuubi.fi/tekniikka/mul-listava-rakettimoottori-sai-rahoituksen-ja-lupaa-mullistusta-ava-ruusliikenteessa	Jarmo Heimo	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/992980154152924/
35	Scramjet-yläänikone satelliittilaukaisuun?	http://www.bbc.com/future/story/20161117-australias-hypersonic-spaceplane-for-a-new-space-race	Olli Soppela	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1107195692731369/
35	50 nanosatelliittia purjehti- maan 300 asteroidia kohti	http://www.popularmechanics.com/space/solar-system/a28265/finnish-scientists-push-for-50-nano-spacecraft-to-explore-300-asteroids/	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1410538712397064/
35	Pilot wave ja muut teoriat Em Drivelle keskustelussa	http://emdrive.com/faq.html	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1118934488224156/
35	Ehdotus EM Driven toiminta- periaatteeksi	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/962426857208254/	Seppo Nikkilä	2	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/962405487210391/
35	Laki avaruusmainareiden oikeuksista (USA)	http://www.planetaryresources.com/2015/11/president-obama-signs-bill-recognizing-asteroid-resource-property-rights-into-law/	Risto Linturi	2	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/892257817558492/
35	Kaupallisen avaruussukulan koelaskutuminen helikopterista onnistui	https://www.theverge.com/2017/1/13/16643094/sierra-nevada-corporation-dream-chaser-nasa-commercial-cargo-program-free-flight	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1461474830636785/
35	Ionirakettimoottori	http://nextbigfuture.com/2015/09/new-ion-drive-achieves-14600-isp-which.html	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832982270152714/
35	Halpoja satelliitteja (jetillä NASA)	http://www.upi.com/Science_News/2015/02/06/Can-jet-planes-launch-small-satellites-into-orbit-on-the-cheap/7371423260087/	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/716573905126885/
35	Em Drive -patentti julkaistu	http://www.sciencealert.com/the-patent-for-that-impossible-em-drive-has-just-been-made-public-and-it-s-wild	Kari Alanne	2	2	Product	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1070545046396434/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
35	Uudelleenkäytettävä raketti	http://nextbigfuture.com/2015/08/australia-working-on-reusable-rockets.html	Pekka Neva	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/809947495789525/
35	Em-Drive-artikkeli vertaisarvioitu	http://www.iflscience.com/technology/rumored-emdrive-paper-suggests-the-controversial-thruster-actually-works/	Esa Heiskanen, Seppo Nikkilä	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1032907450160194/
35	Nasa EmDrive (todistamaton)	http://blogs.discovermagazine.com/outthere/2014/08/06/nasa-validate-impossible-space-drive-word/	Jani Ehro	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/608743765909900/
35	Metallinen vety mahdollistaisi yksivaiheisen kuulennon	https://www.nextbigfuture.com/2012/03/metallic-hydrogen-game-changing-rocket.html	Risto Linturi	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1372357356215200/
35	Kantoraketin laskeutuminen (Space-X)	http://www.nytimes.com/2015/12/22/science/space-x-rocket-landing.html	Risto Linturi	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/869514039832870/
35	EM Drive	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576515002726?np=y	Seppo Nikkilä	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/849869818463959/
36	Batbot-lentävä lepakko 93gr	http://www.theverge.com/circuit-breaker/2017/2/2/14483116/batbot-robot-drone-biomimicry	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1178468828937388/
36	Kyberhyönteinen	http://www.popsci.com/article/technology/rise-insect-drones	Jussi Tunkkari	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/595011737283103/?comment_id=597751717009105
36	Lentävä/uiva mikrorobotti	http://www.smithsonianmag.com/innovation/robobeescan-fly-and-swim-whats-next-laser-vision-180957308	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/853876531396621/
36	Joustava torakankaltainen robotti	http://www.abc.net.au/news/2016-02-09/cockroach-inspired-robot-could-help-save-disaster-victims/7149426	Leena Merisaari	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/927377887379818/
36	Robottitorakka, joustava rakenne	http://qz.com/616386/cockroaches-inspire-the-creation-of-a-cool-robot/	Jarmo Kuismanen	-2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/899000473550893/
37	Keittiörobotti Moley Robotics (laadukkaat kädet)	https://www.facebook.com/thisisinsider/videos/1502461713394555/	Vilho Ahola	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875047105946230/
37	Herkät robottisormet keinolihasilla	http://europe.newsweek.com/robotic-fingers-use-artificial-muscle-lift-eggs-without-breaking-them-421701?rm=eu	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891151384335802/
37	Robottikirurgian tulevaisuus (taipuisat varret)	https://www.facebook.com/TheScienceExplorer/videos/1530664270285974/	Mikko Leppänen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1263469463770657/
37	Johns Hopkins: amputoidulle modulaariset robottikäsi-varret	https://www.facebook.com/viralusa/videos/517223481970893/	Petja Jäppinen	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1414240422026893/
37	Synt. iho tuntoaistiseen	http://www.cnet.com/news/prosthetic-smart-skin-can-feel-all-of-the-things/	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/682614341856175/
37	Älylusikka Parkinsonpotilaille	http://thescienceexplorer.com/brain-and-body/smart-spoon-could-change-lives-parkinson-s-sufferers	Kari Vahiala	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875352155915725/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
37	Halvaantuneelle tuntoaisti robotisoituun käsiproteesiin	https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/09/explore-health-robotic-arm-senses-touch/	Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834817896635818/
37	Herkkä etätöyöhön sopiva robottikäsi	https://www.shadowrobot.com/products/dexterous-hand/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/889974207786853/
37	Robotti ompelee leikkaushaavan	http://www.popularmechanics.com/science/health/a20718/first-autonomous-soft-tissue-surgery/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951000415017565/
37	Exo-Glove -robottikäsine palauttaa toimintakykyä	https://youtu.be/QUUM_DUIU8c?list=PLKfWL8IXgKBte4TfD53pLa-HONfSYCX0RH	Ari Lammäki	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1063727310411541/
37	Robottikäden tuntoaisti ai-voimplantilla	http://edition.cnn.com/2015/09/15/health/prosthetic-hand-senses-touch/index.html	Jarmo Hallikas	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/836348583149416/
37	Soft Robotics -herkät robotitkädet demossa	https://techcrunch.com/2017/04/01/soft-robotics-grippers/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1349241088526827/
37	Lämpö parantaa robotin tuntoaistia	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/robotics-hardware/robots-with-warm-skin-know-what-theyre-touching	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1084722478312024/
37	Ford: Eksosuit, käsien exoskeleto- teollisuustyöhön	https://www.cnet.com/show/news/fords-exoskeleton-could-help-factory-workers-in-a-big-way/	Tatu Lund	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1459530590831209/
37	Herkkä robottikäsi	http://news.mit.edu/2015/soft-robotic-hand-can-pick-and-identify-wide-array-of-objects-0930	Risto Linturi	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834817896635818/
38	HP Multijet 3D-tulostin jul- kistettu	https://3dprint.com/133713/hp-mj-3d-printer-unveiled/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/958549274262679/
38	Linssien 3D-tulostus	http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=11129	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/599700673480876/
38	Keramiikan 3D-tulostus (luja, tarkka, kuumuudenkestävä)	http://www.popularmechanics.com/science/a18801/3d-printed-wonder-ceramics-wont-shatter/	Harri Vartiainen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875310645919876/
38	Nopea, edullinen metallien 3D-tulostus (uunitettava)	https://techxplore.com/news/2017-08-company-focused-metal-d-faster.html	Leo Kärkäinen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1364984376952498/
38	Nopea 3D-tulostin, SLA (Carbon 3D)	http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-01/this-company-does-3d-printing-at-a-speed-no-one-else-can-match	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/930364073747866/
38	Local Motors -tehdas Eurooppaan	https://3dprint.com/159726/local-motors-berlin-microfactory/	Pekka Ketola	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1142274389223499/
38	Aerosint: 3D-jauhetulostin yhdistelee eri materiaaleja	https://3dprint.com/190661/aerosint-multi-material-3dp/	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1432556020195333/
38	Airbus lennättänyt täysin 3D-tulosteetun koneen	http://qz.com/707849/watch-airbus-made-a-completely-3d-printed-plane-that-actually-flies/	Tatu Lund	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/976577349126538/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
38	Kevyen grafeeni-aerogeelin 3D-tulostus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/uab-tst030316.php	Kari Vah-tiala	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/908570572593883/
38	Adidas aikoo myydä 100.000 3D-tulostettua kenkäparia	http://www.cnn.com/2017/04/07/adidas-3d-printed-trainers-futurecraft-4d.html	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1243101042474166/
38	Metallien tulosteissa edistystä - 10 kertainen nopeus	http://3dprint.com/116276/nvbots-launches-nvlab/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885713598212914/
38	Hydrauliikan (robotti) miniatyrisointi 3D-tulostuksella	http://www.technologyreview.com/view/544766/how-to-3d-print-a-hydraulic-powered-robot/	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/868467943270813/
38	3D-tulostettuja magneetteja	http://www.economist.com/news/science-and-technology/21710233-3d-printers-promise-better-cheaper-and-more-powerful-magnets-magnetic-moments?cid1=cust%2Fed-new%2Fn%2Fbl%2Fn%2F20161117n%2Fowed%2Fn%2Fn%2Fnl%2Fn%2Fn%2FEU%2F8146166%2Fn	Arvo Kukko	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1099678286816443/
38	Mikrometritason kuparirakenteiden 3D-tulostus	http://phys.org/news/2016-01-copper-deposition-fabricate-tiny-3d.html	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885027438281530/
38	Mustesuihkulla tulostettavaa graafeenia	http://horizon2020projects.com/advanced-materials-manufacturing-processing/researchers-develop-printable-graphene-inks/	Olli Pitkänen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1240383962745874/
38	3D-tulostettu biomimetikka lentokonesuunnitteluun	http://www.aamu-lehti.fi/raha/luuta-lumpeenlehtia-ja-sienia-lentokoneisiin-etsitaan-uusia-ominaisuuksia-luonnosta/	Mikko Leppänen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1064030830381189/
38	Sellun 3D-tulostus asetonin avulla	http://news.mit.edu/2017/3-d-printing-cellulose-0303	Esa Heiskanen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1223009881149949/
38	Autojen 3D-tulostus (Edag)	http://www.wired.com/auto-pia/2014/03/edag-3-d-printed-car/?mbid=social_twitter	Eetu Simpanen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/539006899550254/
38	Sellun 3D-tulostus, yleiskatsaus eri menetelmiin	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2015-11-05-007/	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851872061597068/
38	Holografinen 3D-valokovetus - nopea, vapaampi geometria	https://techcrunch.com/2017/12/08/holography-based-3d-printing-produces-objects-in-seconds-instead-of-hours/	Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1490527714398163/
38	Michelinin ilmaton 3D-tulostetut renkaat	https://www.facebook.com/futurism/videos/800477063464828/	Nea Barman	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1329271171190491/
38	5000*nopeampi nanokoon 3D-valmistus elektronisuihkulla	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/nanotechnology/electron-beam-nanofabrication-made-up-to-five-thousand-times-faster	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/877888795662061/
38	Metallien 3D-tulostus pur-sottamalla & uuni	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/nu-anw011116.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/880983482019259/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
38	Amazonilta yksilöllisiä 3D-tulosteita	http://www.cnet.com/news/amazon-launches-store-to-sell-3d-printed-products/	Pekko Vehviläinen	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/607185899399020/
38	Hydraulinen 3D-tulostettu robotti	http://news.mit.edu/2016/first-3d-printed-robots-made-of-both-solids-and-liquids-0406	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/934180913366182/
38	Halpa SLS-laser avoimen koodin pohjalta	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/ru-mlc022116.php	Kari Vah-tiala	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/902721283178812/
38	3D-tulostettu hiilikuitulasta	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/3d-printed-cast-speeds-bone-recovery-using-ultrasound	Pekko Vehviläinen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/558084300975847/
38	3D-väripinnoitusmenetelmä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-05/cuso-nct052215.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/770709843046624/
38	Toimiva kaiutin 3D-tulostettu	http://gizmodo.com/you-can-now-3d-print-a-fully-functional-speaker-1484084187	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/487047734746171/
38	Elektroniikkalaitteen 3D-tulostus	http://www.geek.com/chips/voxel8-3d-printer-can-print-a-complete-quadcopter-including-the-electronics-1613166/	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/702689523181990/
38	Titaanista 3D-tulostettu pyörä	http://www.gizmag.com/3d-printed-titanium-bicycle-frame/30760/	Tatu Lund	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/517366968380914/
38	Halpa 3D-tulostus omien hampaiden oikaisuun	http://www.sciencealert.com/a-college-student-has-3d-printed-his-own-braces-for-less-than-60	Tero Kauppi-nen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/919935271457413/
38	Grafeenikomposiitin 3D-tulostus pursottimella	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/graphene-filament-enables-fabrication-of-electronic-devices-with-3d-printing	Kari Vah-tiala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/831444096973198/
38	3D-tulostinmarkkinan kasvu	http://usfinancepost.com/3d-printer-market-is-about-to-go-grow-ten-fold-in-next-four-years-11511.html	Risto Linturi	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/493083070809304/
38	Lujan alumiinin 3D-tulostus	https://www.youtube.com/watch?v=8Yw-lenA4bdg&app=desktop	Aki Ai-romaa	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1454309751353293/
38	Lähivalmistus- lausunto tulevaisuuslonteosta talousvaliokunnalle	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/480343765416568/	Risto Linturi	1	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/480343765416568/
38	Monimateriaalipursotus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/hu-plf092115.php	Kari Vah-tiala	-2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/831451546972453/
38	3D-tulostus - markkinaennuste 2020	http://techcrunch.com/2014/12/17/innovation-and-investment-in-3d-printing-surges/	Tatu Lund	-2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/685389671578642/
38	3D-tulostettuja magneetteja	https://www.tuwien.ac.at/en/news/news_detail/article/124429/	Esa Ruoho	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1078195158964756/
38	Adidas valmistamaan kenkiä Saksassa roboteilla	http://www.theguardian.com/world/2016/may/25/adidas-to-sell-robot-made-shoes-from-2017	Risto Linturi	-3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/963675943750012/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
38	3D-tulostetut linssit	https://yle.fi/uutiset/3-7884470	Risto Linturi	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/740907446026864/
38	Lähivalmistus/Adidas	http://www.reuters.com/article/2015/10/20/us-adidas-robots-idUSKCN0SE1RL20151020	Pekka Neva	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/843014842482790/
38	3D-tulostettu auto - Strata -taustaa	https://t.co/jkM47ycKTC	Pekka Neva	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832254470225494/
38	3D-tulostettu auto markkinoille	http://www.forbes.com/sites/es-hachhabra/2015/12/30/the-3d-printed-car-that-could-transform-the-auto-industry-on-sale-in-2016/	Risto Linturi	-3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/874547885996152/
38	HP MJF 3D-tulostin - nopea mustesuihku/jauhetulostin	http://www.engadget.com/2014/10/29/hp-multi-jet-fusion-3d-printer/	Risto Linturi	-4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/659595964158013/
38	Nopea 3D-tulostus (Carbon 3D -esiversio)	http://wpo.st/Tf990	Risto Linturi	-4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/736980623086213/
39	Fimatec-elementtitulostin julkistettu	http://yle.fi/uutiset/3-9596469	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1274843282633275/
39	Tukematon metallin 3D-tulostus vapaisiin kaariin MX-3D	https://www.youtube.com/watch?v=NFF0QQIQDXE	Matti Pyhtälä	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/856567821127492/
39	3D-tulostettu huone - interiööri	http://www.youtube.com/watch?v=BV_6QUXFnuE	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/517312465053031/
39	Dubaissa 3D-tulostettu pientoimisto	http://www.architectmagazine.com/technology/gensler-designs-the-worlds-first-3d-printed-office-building-in-dubai_o	Simo Anttilainen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/967804960003777/
39	Tiiliä latova robotti	https://www.facebook.com/techinsider/videos/594897617375265/	Timo Miittinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1067742833343322/
39	3D-tulostettu teräsilta (Hollannissa)	https://www.facebook.com/Vocativ/videos/1020304231315145/	Aleksi Rossi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/786723094778632/
39	Fimatec 3D-betonitulostin-kehityshanke	http://www.hs.fi/kotimaa/a1435029017846	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/787284801389128/
39	Venäjällä tulostettu pyöreä talo	http://mashable.com/2017/03/03/3d-house-24-hours/	Kari Sipilä	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1206364752814462/
39	Talojen 3D-tulostus Kiinassa (Winsun)	http://gizmodo.com/how-a-chinese-company-3d-printed-ten-houses-in-a-single-1557613229	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/546195318831412/
39	Rakennusten 3D-tulostaja Apis Cor saa \$6M sijoituksen	https://read-write.com/2017/10/09/apis-cor-international-expansion/	Mikael Kallavuo	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1494022534048681/
39	Kattotuoleja robottivalmistuksena	http://www.trussmatic.fi/	Kari Vah-tiala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/735695796548029/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
39	Rakennusten 3D-tulostus Kiinassa	http://www.taloussanommat.fi/ulko-maat/2014/04/19/kiinalaisyhtio-rakensi-kymmenen-kotia-valtavalla-3d-printterilla/20145607/12	Olli Hieta-nen	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/554222614695349/
39	3D-tulostettu kerrostalo (Winsun)	http://3dprint.com/38144/3d-printed-apartment-building/	Risto Linturi	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/706846036099672/
40	Itsensä kokoava robotti / muistimateriaali	http://gizmodo.com/this-tiny-self-folding-robot-will-destroy-itself-when-i-1707655885	Jon Sundell	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/774392649345010/
40	Roskiksen tyhjennysrobotti (Volvo ROAR)	http://www.theverge.com/2015/9/16/9336229/volvos-robots-roar-trash-collection	Jouni Laveri	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/828896693894605/
40	Itsekorjaavuutta robotteihin	http://cacm.acm.org/magazines/2016/2/197416-self-repair-techniques-point-to-robots-that-design-themselves/fulltext	Pekka Ketola	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/907105329407074/
40	Itseorganisoiuva robottirakenne (Hypercells)	https://www.facebook.com/futurism/videos/564265797085957/	Kari Alanne	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/955387794578827/
40	Parviälärobotti pelastustöissä	http://www.newsweek.com/zebro-swarm-robot-insect-network-ready-mass-production-686787	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1459529904164611/
40	Siirrettävä miniasunto Koda	https://asunnot.oikotie.fi/kotiin/artikkeli/asuntomarkkinat/rakentaminen_ja_asuntomessut/pieni_alytalo_nimelta_koda?utm_source=FB&utm_medium=fb_postaus&utm_campaign=fb_otas_sisustus	Reko Lehti	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/962496597201280/
41	Wifillä luettava IoT-laite ilman virtalähdettä	https://www.engadget.com/2017/12/05/researchers-3d-print-wifi-connected-objects-no-power/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1485441538240114/
41	Keinotekoinen tunteva pinta paperista	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/paper-skin-mimics-the-real-thing	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/900930930024514/
41	Tyhmillä tavaroille pilviälyä, Thing2Data	http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/tavaroiden-uber-tuo-aly-tyhmillekin-tavaroille-suurhanke-alkaa-6540964	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/937964942987779/
41	10 euron Arduino -IOT-ohjain	https://www.olimex.com/Products/IOT/ESP8266-EVB/open-source-hardware	Kate Alhola	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/723340474450228/
41	IOT - yleiskuva/taustoitus	https://www.linkedin.com/pulse/article/20140925043829-1409028-what-is-internet-of-things?trk=object-photo	Matti Pyyk-könen	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/639717342812542/
41	Älykäs katuvalaistus, liiketunnistin ym	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/90+miljoonaa+katuvaloa++suomalainen+startup+ai-koo+valloittaa+ne+kaikki/a1028485	Haract Zentec	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/668027539981522/
41	NFC-pohjainen käyttöliittymä (IOT?)	http://vimeo.com/96316406	Matti Pyyk-könen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/639719216145688/
41	Nukkekodissa monipuolinen kotiautomaatio	https://www.facebook.com/R29Beauty/videos/1433672733328910/	Nea Bar-man	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1063868730397399/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
41	Virrattomia, etäluettavia grafeeni-RFID-sensoreita	https://phys.org/news/2018-01-scientists-graphene-sensors-revolutionise-internet.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1520546821396252/
41	Thing2Data -tavarankäytön yksilöllinen identiteetti	https://www.facebook.com/notes/risto-linturi/esineiden-internet-hankkeen-thing2-datan-hanke-esite-%C3%A4m%C3%A4nkaltaista-kaihallitus/10153385399454602	Risto Linturi	-1	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/773349142782694/
42	Robottikokki valmistaa yli 100 ruokalajia	http://www.forbes.com/sites/eustacia-huen/2016/10/31/the-worlds-first-home-robotic-chef-can-cook-over-100-meals/	Pekko Vehviläinen	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1086839481433657/
42	Sisäkirurginen operatio 60% robotisoitu	http://spectrum.ieee.org/the-human-os/robotics/medical-robots/autonomous-robot-surgeon-bests-human-surgeons-in-world-first	Pekka Vehviläinen	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1139213822862889/
42	Kirurginen mikroskoopi	http://www.scienceworldreport.com/articles/12903/20140214/next-gen-surgical-microscopes-see-tumor-cells-in-real-time.htm	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/522337317883879/
42	Robottikeittiö etenee, hinta-arvio 75KE	https://www.facebook.com/futurism/videos/580578375454699/	Vilho Ahola	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/976336639150609/
42	Japanilainen robottihotelli aikoo avata 100 uutta hotellia	https://www.curbed.com/2017/8/25/16201928/robot-hotel-japan-henn-na	Risto Linturi	4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1460207950763473/
42	Robottiverinäytteenottaja Veebot	https://www.facebook.com/futurism/videos/674588682720334/	Vilho Ahola	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1141345625983042/
42	Ultra haptisella etiäisrobotilla	http://www.universityherald.com/articles/30622/20160521/robotics-news-deakin-university-telstra-invent-remote-ultrasound-technology-distant.htm	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/961092857341654/
42	Halodi kotitalousrobotti	http://halodi.com/	Tapio Rinne	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1019985031452436/
42	LG:n 3 palvelurobottia hotellien ym aulapalveluun	https://www.cnn.com/2018/01/04/south-korea-lg-electronics-to-introduce-new-robots-at-ces-2018.html	Kimmo Kivelä	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1524946250956309/
42	Saudit kehittävät robotti(palvelu)kaupunkia	https://www.bloomberg.com/graphics/2017-neom-saudi-mega-city/	Tero Kauppinen	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1492700144180920/
42	Kotirobottiproto Boston Dynamicsilta	https://www.youtube.com/watch?v=tf7IEVDJng	Asta Kärkäinen	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/981679088616364/
42	Pöytätennisrobotti, Omron -demovideo	https://m.youtube.com/watch?v=0PCJ2X7Dz7E	Pekko Vehviläinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/972062542911352/
42	Kerrosparkkirobotti pikarakeena	https://www.youtube.com/watch?v=XNZ3G2w5VVs	Kari Vahatala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/754209721363303/
42	Foodini -3D-ruokatuostin	http://www.cnn.com/2014/11/06/tech/innovation/foodini-machine-print-food/index.html?sr=sharebar_facebook	Pekko Vehviläinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/688482744602668/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
42	Boston Dynamics: Nelijalkainen robotti avaa oven	https://techxplore.com/news/2018-02-boston-dynamics-robot-claw-arm-door.html	Leo Kärkkäinen	1	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1556320154485585/
42	Robottikokki 2017	http://www.bbc.com/news/science-environment-32282131	Pekko Vehviläinen	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/752657704851838/
42	Näytteenottorobotti (veri)	http://forums.xilinx.com/t5/Xcell-Daily-Blog/Vision-guided-robotic-phlebotomist-draws-blood-with-near-100/ba-p/504873	Risto Linturi	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705710092879933/
43	Nopea rakentaminen	https://www.youtube.com/watch?v=rwvmru5JmXk	Kari Vah-tiala	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/732382896879319/
43	Nelikoptereilla köysisilta, parviäly kokoonpanossa	http://www.bbc.co.uk/news/technology-34327364	Aulikki Holma, Vilho Ahola, Petja Jäppinen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833319800118961/
43	Maglev nanometritason 3D-tarkkaan kuljetukseen	https://phys.org/news/2017-05-precisely-movement-levitating-applications.html	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1460558847395050/
43	Moottoroitu 3D-pöytäpinta MIT	http://www.dezeen.com/2014/04/16/mit-media-lab-transform-table-technology-milan-2014/	Ossi Pöllänen	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/569879093129701/
43	Deloitte/Autodesk: Katsaus tulevaisuuden valmistustapoihin	http://www.autodesk.com/industry/manufacturing/resources/mechanical-engineer/future-of-manufacturing-report	Tapio Rinne	3	6	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1066737340110538/
43	Yumi tuotantorobotti	http://new.abb.com/products/robotics/yumi	Pekka Neva	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/850321951752079/
43	Akustinen manipulaatio suu-remmille esineille mahdollinen	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180121221627.htm	Mikko Leppänen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1536348399816094/
43	Materiaalien manipulointi ääniaalloilla	http://futurism.com/links/new-class-of-sound-wave/	Tom Star-walker	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/879005898883684/
43	"Vetosäde" vedessä	http://www.sciencelert.com.au/news/20141108-26002.html	Haract Zentek	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/613797888737821/
43	Grafeenipinsetit biomolekyy-leihin tarttumiseksi	https://phys.org/news/2017-12-graphene-nano-tweezers-individual-biomolecules.html	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1481067492010852/
43	MIT katsaus robotiikan 2015 tilaan	http://www.technologyreview.com/news/544901/what-robots-and-ai-learned-in-2015/	Risto Linturi	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/874515319332742/
43	Akustinen levitaatio	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/akustinen+levitaatio+paranee++aani+saa+pienet+esineet+leijumaan+ja+liikkumaan+il-massa/a1040361?service=mobile	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/702430476541228/
43	Ääniaaltolevitaatio	http://www.kurzweilai.net/holographic-sonic-tractor-beam-lifts-and-moves-objects-using-soundwaves	Pekka Neva	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845636525553955/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
43	Muotoa muuttava pinta MIT	https://www.facebook.com/verge/video/979655132070830/?fref=nf	Petja Jäppinen	-4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/842592849191656/
44	Robottilinja tuottaa miljoona T-paitaa, 21 linjaa USAhan	https://www.fastcompany.com/40454692/this-t-shirt-sewing-robot-could-radically-shift-the-apparel-industry	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1393753977408871/
44	Kaksi räätälirobotin kehittäjä USAssa	https://www.economist.com/news/science-and-technology/21727058-robot-tailors-are-their-way-sewing-clothes-still-needs-human-hands-how	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1460394970744771/
44	Digitaalinen halpa kutomakone (taso)	http://www.theverge.com/circuit-breaker/2017/4/3/15162846/knitter-digital-knitting-machine-3d-print-design-stitches-kickstarter	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1238472482937022/
44	Kehon 3D-skannaus vaatteiden kaavoja varten	https://www.youtube.com/watch?v=A6fLH4F0DPU	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1460394970744771/
45	Huoneenlämmössä suprajoh-teita kupraateista	https://www.nextbigfuture.com/2017/02/recipe-for-room-temperature.html	Pekka Neva	5	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1202442429873361/
45	3-kerrosgrafeeni magneettinen materiaali	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/02/170223114729.htm	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1201397296644541/
45	Kitkaton nanotimanttilaakeri kuivalla grafeenipinnalla	http://www.rsc.org/chemistryworld/2015/05/graphene-wrapped-diamond-ball-bearings-cut-friction-nothing	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/767005286750413/
45	Räätälöidyt magneetit	https://youtu.be/IAN-BoybVAPQ?t=5m51s	Jarno Elonen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/919812774802996/
45	Kitkaton materiaali	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150721194001.htm	Tatu Lund	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/802371209880487/
45	Yksinapainen magneetti	http://yle.fi/uutiset/suomalaistutkija_loysi_kauan_etsityn_yksinapaisen_magneetin/7059297	Harri Vartiainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/510379009079710/
45	Halpa magneettimateriaali	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/dl-als042415.php	Kari Vah-tiala	-2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/759313607519581/
46	3D-tulostettu grafeeni 10* terästä lujempaa vain 5% painosta	http://www.nextbigfuture.com/2017/01/mit-makes-compressed-graphene-sponge.html	Pekka Neva	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1154559587994979/
46	Titaanin lujuus 1/10 hinnalla teräsalumiinilla	http://www.roadandtrack.com/new-cars/car-technology/a24939/new-steel-alloy-titanium/	Pekka Neva	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/894564827327791/
46	Luja alumiinivahto-sandwich-rakenne junanvaunuihin	http://www.wired.com/2014/12/aluminum-foam-trains/	Harri Vartiainen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/682033321914277/
46	Ligniinin avulla 10*ABS:ää lujempaa muovia (ABL)	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/drnl-ori032216.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/921187504665523/
46	Silica Aerogel ennätystehokas ja kevyt eriste	https://www.world-build365.com/news/sycw8j1a0/industry-news/4-futuristic-building-materials-to-look-out-for-in-2017	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1460607040723564/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
46	Kevy luja magnesiumleijerinki	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uoc--urc122315.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/870415213076086/
46	Kevyt grafeenin 3D-rakenne terästä lujempi	https://www.computer-world.com/article/3155102/emerging-technology/mit-creates-3d-printed-graphene-thats-lighter-than-air-10x-stronger-than-steel.html	Markus Laine	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1456289104488691/
46	Kevyet, törmäyskestävät metallivaahdot estävät säteilyä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/ncsu-sfm071715.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/799065550211053/
46	Kevyt äänenvaimennus-metamateriaali	http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl/106/17/10.1063/1.4919235	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/760777194039889/
46	Luja kevyt nanotason hilarakente pyrolyysin avulla	http://www.nature.com/nmat/journal/oaop/ncurrent/full/nmat4561.html	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891602090957398/
46	Kevein 3D-tulostettu rakenne (grafeeni)	http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/15209/Least-Dense-3D-Printed-Graphene-Structure-Enabled-by-New-Technique.aspx	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1340103739440562/
46	Kylmävalulla luonnonmateriaalien keveys/lujuus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/dbnl-tam121115.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/864799506970990/
46	Metallivaahdot hyvin lämmönkestävää	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/ncsu-sfm032816.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/927771197340487/
46	Alumiinin keveä, titaaniin luja viiden metallin seos	https://www.nextbigfuture.com/2014/12/new-alloy-is-as-light-as-aluminum-as.html	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1372360509548218/
46	Erittäin joustava grafeeniaerogeeli, 85% tuhat lististystä	http://cen.acs.org/articles/95/i29/Plant-inspire-exceptionally-strong-elastic.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1351369961647273/
46	Läpinäkyvä alumiini	http://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2015/transparent-armor-from-nrl-spinel-could-also-ruggedize-your-smart-phone	Petja Jäppinen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/849934265124181/
46	20km korkea torni	http://nextbigfuture.com/2015/08/canadian-inflated-tower-would-be-20.html	Pekka Neva	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/811977925586482/
46	Q-hiili, timanttia kovempi	http://phys.org/news/2015-11-phase-carbon-diamond-room-temperature.html	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859321457518795/
46	Helmiäismäinen alumiinirakenne 2-3 kertaa lujempi	http://nanotechweb.org/cws/article/tech/70151	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1429508857166716/
46	Hiilikuidun kovetus sähköllä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/miot-tam041415.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/miot-tam041415.php
46	Siilin piikkirakenne parantaa kypärää	https://www.inverse.com/article/25760-hedgehog-spine-quills-hedgemon-helmet-concussion	Mikko Leppänen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1150143085103296/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
46	Puupilvenpiirtäjä Wieniin	http://www.popsci.com/next-futuristic-building-material-wood	Antti Laitinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/728465293937746/
46	Aerogeeli lämpöeristeenä	http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/kemia/2012-02-02/Halpa-aerogeeli-on-tulevaisuuden-supere-riste-3307075.html	Kari Vah-tiala, Olli Or-koneva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/857378864379721/
46	Galliumnitridin kulutuskestävyys timantin tasoa	https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2016-10/lursa102816.php	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1082534765197462/
46	Timanttia kovempi pinta teräksen työstöön boorinitridin avulla	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2016-03/tpu-cf031616.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/916668415117432/
46	Vahva hitsaussauma	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-10/osumco102915.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/846445175473090/
46	Carbyne -kovan materiaali	http://gajitz.com/the-tough-polyne-family-has-a-new-heavy-weight-champ/	Harri Vartiainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/448547161929562/
46	Metallinen liimasidos elektroniikkaan	http://phys.org/news/2016-01-metallic-soldering-welding.html	Pekka Neva	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878886685562272/
46	Kelluva metallivahto	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-05/nyupamc051215.php	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/766839883433620/
46	3D-tulostettava aerogeeli	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-04/dlnl-co042215.php	Kari Vah-tiala	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/757610954356513/
47	Lääkeproteiinien 3D-tulostus (Venter)	http://www.theguardian.com/science/2013/oct/13/craig-ventner-mars	Mikko Vuorela	5	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/577740689010208/
47	Venterin proteiinitulostin etenee, yksityiskohtainen kuvaus	https://motherboard.vice.com/en_us/article/59zj9b/craig-venters-digital-to-biological-converter-is-real	Andreas Saari	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1362341643883438/
47	Ohjattavia nanorobotteja molekyylien kokoonpanoon	http://www.manchester.ac.uk/discover/news/scientists-create-worlds-first-molecular-robot-capable-of-building-molecules/	Kari Kaakko	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1414094118708190/
47	Lääkevalmistimen 3D-tulostus - on demand -lääkkeitä	https://motherboard.vice.com/en_us/article/wjpygw/new-reactionware-3d-printing-system-spits-out-pharmaceuticals-on-demand	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1532342223550045/
47	LLNL: nanomittakaavan 3D-tulostusta 2fotoneilla	https://3dprint.com/199184/llnl-nanoscale-3d-printing/	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518150071635927/
47	Lääkkeiden syntetisointi kannettavalla laitteella	http://news.mit.edu/2016/portable-device-produces-biopharmaceuticals-on-demand-0729	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1004376463013293/
47	3D-tulostettu lääke/FDA	http://www.washingtonpost.com/news/to-your-health/wp/2015/08/04/fdas-approval-of-first-3-d-printed-pill-opens-up-endless-possibilities-for-personalized-medicine/	Risto Linturi	3	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/807583599359248/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
47	Grafeenirakenteiden tulostus nanotasolla	http://3dprint.com/27324/graphene-nano-3d-print/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/675440325906910/
48	Lujaa hämähäkinseittä odotetaan tuotantoon	https://www.livescience.com/57645-elusive-metallic-hydrogen-created.html	Jarmo Heimo	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/535525436565067/
48	Erittäin lujia polyetyleenikuituja - helppo prosessi	https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2018-01/miot-ufh010518.php	Kari Vah-tiala	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518184538299147/
48	Kilometrin mittaisia kuituja, synteettistä hämähäkinseittä	http://www.slu.se/en/ew-news/2017/1/spinning-spider-silk-is-now-possible/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1158555257595412/
48	Laaja katsaus nanohiilikuituihin	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702115002084	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890487574402183/
48	Nanokuituja magneettisesti -laatu, energiakulutus	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-05/uog-rdn052015.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/769631926487749/
48	Joustava johdin boorinitridistä	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-08/ps-fdp080615.php-.VcY_8kTWhuo.facebook	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/808938079223800/
48	Grafeenilangasta sähköjohdin	http://www.gizmag.com/stretchable-graphene-yarn/32657/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/588217947962482/
48	Grafeeni parantaa asvaltin kestävyyttä olennaisesti	https://newatlas.com/graphene-additive-asphalt-roads-eco-pave/52337/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1472686272848974/
48	Laser-nanolankojen kasvatus	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-04/uow-snm041015.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/752098271574448/
48	Kankaiden nanomateriaaleja - MOF-viittaus	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/capabilities-of-nanomaterials-in-textiles-continue-to-expand	Kari Vah-tiala	1	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/797617123689229/
48	Lämpöä säättävät tekstiilit	http://www.technologyreview.com/view/539626/how-next-generation-fabrics-will-keep-you-cool-in-summer-heat/	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/787735298010745/
48	Grafeenikuitujohtimia	http://phys.org/news/2015-09-layering-technique-graphene-fiber-strength.html-jCp	Pekka Neva	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/823512477766360/
48	Hämähäkinseinin massavalmistus	http://www.wired.com/2015/06/bolt-threads-spider-silk/?mbid=social_fb	Kari Vah-tiala	-3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/779390445511897/
48	Nanokuitujen kehräys	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-06/miot-unp060415.php	Kari Vah-tiala	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/778840308900244/
49	13/14 harvinaista metallia korvattavissa nanohiilillä pääkäytössään	https://phys.org/news/2017-09-graphene-carbon-nanomaterials-scarce-metals.html	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1410519702398965/
49	Pääosa grafeenituotannosta Kiinassa	http://www.nanotech-now.com/columns/?article=1136	Risto Linturi	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/493924054058539/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
49	Natrium&CO2-> huokoista grafeenia superkondensaatoreihin	https://phys.org/news/2017-08-greenhouse-gas-d-surface-microporous-graphene.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1366870600097209/
49	CNT, Grafeeni & opt transistoreita	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/nu-rcn090815.php	Kari Vah-tiala	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/825035240947417/
49	Yksikiteisen grafeenin 100*nopeampi kasvatus R2R-yhteensopivasti	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/singlecrystal-graphene-films-grown-two-orders-of-magnitude-faster-than-previous-methods	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1020651644719108/
49	Virheetöntä grafeenia edullisesti	https://www.delta.tudelft.nl/article/making-graphene-affordable	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/710066159110993/
49	Grafeenimarkkina yli miljardin 2025	https://www.prnewswire.com/news-releases/global-graphene-market-2017---a-1-billion-market-by-2025-300561732.html	Risto Linturi	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951042878346652/
49	LIG-grafeenia puusta akkuihin, vedyntuotantoon yms	https://phys.org/news/2017-07-chemists-laser-induced-graphene-wood.html - nRiv	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1365319703585632/
49	AMIn grafeenituotanto 1000 tonniin 2016	http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=52605	Risto Linturi	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/855946867856254/
49	Nanometalliprosessi VTT, kiiloja päivässä koelaitteella	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/3+000+grammaa+paivassa++vtt+puskee+metallinahiukkasia/a1053682	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/738570489593893/
49	Grafeenilla lämpöjohtava PET-muovi	http://physicsworld.com/cws/article/news/2014/oct/28/graphene-boosts-thermal-conductivity-of-popular-plastic	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/659503520833924/
49	Laadukas grafeenipinta natriumlasiin elektroniikkasovelluksiin	http://phys.org/news/2016-02-scientists-common-glass-optimize-graphene.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/897527253698215/
49	LIG grafeeni - laserilla polymeereistä grafeenia	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/nanotechnology/graphenebased-supercapacitors-enable-wearable-electronics	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/707157142735228/
49	Piidioksidia huoneenlämmössä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/uog-ucs042315.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/758148510969424/
49	Li-typipiakku grafeenilla, keskustelussa useita grafeeniuutisia	http://phys.org/news/2014-12-future-batteries-lithium-sulfur-graphene-wrapper.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/687402091377400/
49	Hiiliinanoputkien vaaroista	http://www.helsinki.fi/farmasia/uutiset2014/Nanohiukkasten_tunkeutuminen_elimistoon_riippuu_hiukkasten_ominaisuuksista.html	Jouni Laveri	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/659615820822694/
49	Halvempi grafeenintuotanto	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/new-production-method-could-make-graphene-100-times-cheaper-to-manufacture	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/856198931164381/
49	Grafeenituotannon energiatehokkuus	http://www.popularmechanics.com/science/a14651/this-scientist-invented-a-simply-way-to-mass-produce-graphene/	Risto Linturi	-2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/739888122795463/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
49	Virheetön grafeenikide halpaa	http://nextbigfuture.com/2015/01/price-of-flawless-graphene-will-be.html	Risto Linturi	-2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/711188455665430/
49	Virheettömiä grafeenipintoja näyttöihin Samsungilta	http://androidcommunity.com/samsung-producing-graphene-the-material-for-flexible-displays-20140404/	Risto Linturi	-3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/546172332167044/
50	Resurssien riittävyysraportti	http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/reverse_the_curse_maximizing_the_potential_of_resource_driven_economies	Tatu Lund	4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/482807591836852/
50	Kierrätysmuovista rakennusharkkoja	https://www.facebook.com/DavidAvocadoWolfe/videos/10153603640636512/	Heidi Härkönen	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/987668328017440/
50	Mineraalien erottelua bakteerien avulla	http://bt-isotopes.com/	Jouni Tuomela	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/983402735110666/
50	Helium kulkeutuu nanokanaavissa, edistää mm fuusioenergiaa	https://phys.org/news/2017-11-fusion-energy.html	Osma Ahvenlampi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465349543582647/
50	Kierrätyselektronikassa arvometalleja	http://www.bbc.com/future/story/20161220-the-scientist-mining-mobile-phones	Jarmo Salmela	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1243590295758574/
50	Row-bot -puhdistaa vettä mikrobien energialla	http://www.dogonews.com/2016/1/7/ingenious-row-bot-devours-microbes-from-polluted-water-to-fuel-itself	Leena Merisaari	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/914127038704903/
50	"Nesteille erotukseen diodi"	http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.115.134503	Ville Nikkanen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833157683468506/
50	PE+PP muovijätteistä käyttökelpoinen materiaali	http://science.sciencemag.org/content/355/6327/814	Tatu Lund	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1202389756545295/
50	Grafeenioksidisuodatin, liuottimet läpi, pienhiukaset suodattuvat	https://www.theengineer.co.uk/graphene-based-filters-slash-cost-chemical-separation-purification/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1478262055624729/
50	Laser ruosteenpoistomenetelmänä	https://www.youtube.com/watch?v=WgiecR6LzwA	Markku Salmela	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/908403699277237/
50	Grafeenisuodatin ydinjätteille	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/graphene-filter-offers-a-ten-fold-reduction-in-energy-requirements-for-cleaning-nuclear-waste	Kari Vahiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/877827639001510/
50	Muovia syövä toukka, bio-kierrätys	https://www.forbes.com/sites/grrlscientist/2017/04/24/these-caterpillars-can-eat-your-plastic-trash/	Pia Erkinheimo	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1263320597118877/
50	Kiertotalousesimerkkejä	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6/sitra-kotimaista-h%C3%A4rk%C3%A4papua-tuontisoijan-tilalle-1.126302	Antti Raike	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/820068291444112/
50	Paperin valmistus jättepaperista toimistossa	https://www.facebook.com/ScienceNaturePage/videos/765132843618976/	Petja Jäppinen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887017951415812/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
50	DNA-robotti siirtää ja lajittelee molekyylejä	http://science.sciencemag.org/content/357/6356/eaan6558	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1405979659519636/
50	Teolliset symbioosit	http://www.sitra.fi/talous/teolliset-symbioosit	Olli Hieta-nen	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/559560427494901/
50	Raskasmetallien uusi suodatusmenetelmä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/ez-heh012216.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887441004706840/
50	Uraanin erotustekniikka merivedestä kehittyä	https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2016/07/01/uranium-seawater-extraction-makes-nuclear-power-completely-renewable/	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1494204477363820/
50	Huokoinen neste	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/qub-qub111115.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/852633661520908/
51	Grafeenilla muovikalvon vedeneristävyys miljoonaker-taiseksi	http://www.plasticstoday.com/packaging/graphene-infused-packaging-improves-lifespan-moisture-sensitive-products/109717355624929	Risto Linturi	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/998146070302999/
51	Grafeenipinnoite estää siiven jäätyksen	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/ru-gcm012516.php	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887416168042657/
51	Jäähdyttävä nanotekstiili (heijastaa valon, säteilee IR)	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/nanomaterial-offers-first-fabric-that-can-keep-us-cool	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1038459106271695/
51	Jäähdyttävä, läpikuultava pintakalvo	http://www.sciencemag.org/news/2017/02/cheap-plastic-film-cools-whatever-it-touches-10-c	Esko Nuutila	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1186375461480058/
51	UV-LED-disinfiointilamppuja Salosta	http://ledtailor.fi/fi/fotonidesinfiointi/	Sirpa Kuu-sela	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1104043883046550/
51	Näyttävä videodemo "ihme-materiaaleista"	https://www.facebook.com/ScienceNaturePage/videos/896390947159831/	Grändi Hytö-nen	2	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1049414991842773/
51	Lasertulostettu grafeenioksidipinta auttaa luun regeneraatiossa	http://nanotechweb.org/cws/article/tech/70740	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1501573539960247/
51	Antibakteeriset pinnat - kupari tuhoaa viruksia	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/uos-uct110915.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851792474938360/
51	Passiiviradiaattori jäähdytyksessä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/green-tech/solar/passive-radiators-cool-by-sending-heat-straight-to-outer-space	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/728122147305394/
51	Itsepuhdistava hydrofobinen maalipinta	http://www.scienceworldreport.com/articles/23182/20150310/new-tough-paint-super-water-repellent-self-cleans-video.htm	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/732464963537779/
52	Tiilien kovetus bakteereilla huoneenlämmössä	http://www.inc.com/kevin-j-ryan/best-industries-2016-sustainable-building-materials.html	Kalle Pihlaja-saari	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/898604510257156/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
52	Päästötön betonin korvike	http://www.pbs.org/newshour/bb/cement-alternative-absorbs-carbon-dioxide-like-sponge/	Tatu Lund	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/
52	Hiilineutraali sementti / päästöistä kalkkikiveä	http://nextbigfuture.com/2015/09/carbon-neutral-cement-manufacturing.html	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834462193338055/
52	Roomalaisen betonin kestävyys selvitetty	https://www.theguardian.com/science/2017/jul/04/why-roman-concrete-still-stands-strong-while-modern-version-decays?CMP=share_btn_fb	Harri Vartiainen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1337563279694608/
52	Savukaasuista rakennusbetonia	http://phys.org/news/2016-03-carbon-dioxide-sustainable-concrete.html	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/916137261837214/
52	Huokoinen betoni Lafarge Tarmac	https://www.facebook.com/techinsider/videos/419013808296981/?fref=nf	Jani Ehro	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833498486767759/
52	Betonin korvaajia Suomesta, kehityshanke	https://www.kamk.fi/en/Business-Services/Research-and-Development/Mechanical-and-Mining/Geo-Materials	Mikko Mononen	1	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/862795240504750/
53	Nesteiset origamilihakset nopeita, kestäviä ja voimakkaita	http://www.pnas.org/content/early/2017/11/21/1713450114.full	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1478300968954171/
53	Kestävä, herkkätuntoinen keinoiho kierrätettävistä aineista	http://advances.sciencemag.org/content/4/2/eaag0508.full	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1553344944783106/
53	Synteettinen lihas 100 vahvempi	http://science.sciencemag.org/content/343/6173/868	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/525393517578259/
53	Dielectric elastomers - keinolihasia	http://www.seas.harvard.edu/news/2016/07/artificial-muscle-for-soft-robotics-low-voltage-high-hopes	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/999251430192463/
53	Itsekorjaavat, nopeat, pehmeät lihakset 10senttiä kpl	http://www.newsweek.com/soft-robotics-self-healing-actuators-muscles-hasel-771612	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518159924968275/
53	Elastinen itseään korjaava materiaali	http://www.sciencemag.org/news/2016/04/artificial-muscle-can-heal-itself	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951495404968066/
53	Muotoa suunnitellusti muuttava nestemäinen metalli	http://www.sussex.ac.uk/broadcast/read/42158	Kimmo Juoperi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1464784173639184/
53	Robotin iho korjaantuu itse "kuumeen" avulla	https://www.wired.com/story/the-robots-will-be-soft-and-cuddly-and-heal-their-own-wounds/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1382118431905759/
53	Pehmeä, halpa, hidas sähkötoiminen (8V,1A) keinolihas	https://phys.org/news/2017-09-soft-robotics-self-contained-actuator-stronger.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1410332855750983/
53	Mikrolihakset vanadiumdioksidista ihmistä 1000*vahvempia	http://nextbigfuture.com/2013/12/a-micro-muscular-break-through-1000.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/492436527540625/
53	Keinotekoiset lihakset - robottikäsi	http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-3190/aa52f8/meta	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/742143009236641/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
53	Biobotti / rotan sydänsoluista lihas	https://www.youtube.com/watch?v=skCzI7FIM34	Jouni Laveri	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/592550470862563/
53	Keinolihasrobotin demovideo	https://www.facebook.com/humansofthefuture/videos/653454958145520/	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1000996203351319/
53	Pehmeät robotit	http://www.kurzweilai.net/robotic-fabric-could-bring-active-clothing-wearable-robots?utm_source=KurzweilAI+Weekly+Newsletter&utm_campaign=7058af4519-UA-946742-1&utm_medium=email&utm_term=0_147a5a48c1-7058af4519-282029193	Pekka Ketola	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/640727616044848/
53	Elatusmaljassa kasvatettu lihas	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-01/du-fch011315.php	Jouni Laveri	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705474859570123/
53	Itsekorjaava polymeeri	http://www.gizmag.com/ibm-polymer-discovery-plastic/32088/	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/567151506735793/
53	Itseään korjaava muovi esim. avaruusaluksiin	http://www.smithsonianmag.com/innovation/this-plastic-heals-itself-180956495/	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/823530581097883/
53	Hiilikuiduista muotoa muuttavia materiaaleja	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/4d-printing-turns-carbon-fiber-wood-into-shapeshifting-programmable-materials	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/745896965527912/
53	UV-valolla liikkuva polymeerirobotti	http://www.nature.com/articles/ncomms13260	Kari Alanne	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1113188118798793/
53	Elastinen, valaiseva iho/kan-gas	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/cu-see022916.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/909116185872655/
53	Muotoa ja tilavuutta muuttava materiaali	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/hjap-afm030816.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/912809375503336/
53	Muistimetalli miljoonia muodonmuutoksia	http://www.popularmechanics.com/technology/a15773/shape-shifting-metal-alloy/	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/774519185999023/
53	Keinotekoiset lihakset, 3D-tulostettava polyuretaani&vahaseos	http://mashable.com/2014/07/14/shape-shifting-robot/	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/600571073393836/
53	Keinolihas toimii kosteudella	http://qz.com/429309/these-machines-can-capture-a-new-source-of-clean-energy-evaporating-water/	Aleksi Rossi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/784922904958651/
54	Grafeenisuodattimella merivedestä juomakelpoista	https://phys.org/news/2017-04-graphene-sieve-seawater.html	Janne Mähönen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1238350922949178/
54	Paine-eroin perustuva halpa vedenpuhdistin Intiasta	http://economictimes.indiatimes.com/small-biz/startups/this-device-will-kill-99-of-microbes-in-water-and-end-waterborne-diseases/articleshow/59905197.cms	Jouni Tuomela	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1367868879997381/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
54	Vettä ilmasta 1kg MOF-aineella ja auringolla 3l/12h	https://phys.org/news/2017-04-device-air-powered-sun.html	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/559642507486693/
54	Water abundance X-Prize (2snt/litra)	http://www.theverge.com/2016/10/24/13358120/x-prize-competition-water-abundance-womens-safety	Mika Mela	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1077420855708853/
54	Vettä ilmasta vähällä sähköllä 2c/l, Water-Gen	http://timesofindia.indiatimes.com/home/science/Now-a-machine-that-makes-drinking-water-from-thin-air/articleshow/34332827.cms	Olli Hieta-nen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/559642507486693/
54	Sähkötön suolanpoisto 85% grafeenin avulla merivedestä	https://phys.org/news/2017-09-smart-graphene-membrane-desalinate.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1397774590340143/
54	Vedenpuhdistus grafeenilla	http://phys.org/news/2014-02-graphene-affair.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/521181774666100/
54	Suolanpoisto vedestä dialyysiin perustuen	http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/environment/shocking-trick-to-desalinate-water	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851877518263189/
54	Suolanpoisto vedestä akku-teknologialla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uoia-btc020416.php	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893629844087956/
54	Nitriitit katalyytillä vedeksi ja typipikaasuksi	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-01/ru-ro010418.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518348441616090/
54	Kaivosvesien puhdistus sähkövarauksella	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/uof-qcn121015.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/864232203694387/
54	Suola vedestä energiatehokkaasti	http://news.mit.edu/2015/shock-wave-process-desalination-water-1112	Tuo-mas Santa-kallio	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/860109314106676/
55	Malli toimii: CNT platinan tilalle polttokennoissa	https://phys.org/news/2018-01-optimize-nanomaterials-fuel-cell-cathodes.html	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518144608303140/
55	2D-electride -elektronikaasumateriaali, useita sovelluksia	https://m.phys.org/news/2017-01-scientists-d-electride.html	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1158247614292843/
55	Vety laboratoriossa metalliseen muotoon	https://phys.org/news/2017-01-metallic-hydrogen-theory-reality.html	Petri Sirviö, Ari Rotonen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1172487039535567/
55	Uusia materiaaleja, yhteen-veto 6 tärkeimmästä	http://www.businessinsider.com/futuristic-construction-materials-2014-4	Arvo Kukko	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/559024197548524/
55	Aikakristallit - materian uusi olomuoto	http://www.sciencealert.com/it-s-official-time-crystals-are-a-new-crazy-state-of-matter-and-now-we-can-create-them	Esa Heiska-nen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1212496065534664/
55	Vesi kiinteää hiilinanoput-kissa huoneenlämmössä	http://www.deepstuff.org/researchers-discover-astonishing-behavior-water-confined-carbon-nanotubes/	Tatu Lund	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1113649945419277/
55	Hiilellä johtimien eristävyys paremmaksi	http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/vindkraft/article3879035.ece	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/716526935131582/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
55	Elävät solut paidassa säättävät ilmanvaihtoa	http://news.mit.edu/2017/moisture-responsive-workout-suit-0519	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1291557770961826/
55	Kriittiset metallit ja huoltovarmuus, Suomi-näkökulma	https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/kriittiset-metallit-huoltovarmuus-selvitys-julkaistu/	Tero Kauppiainen	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1412751655509103/
55	Graafeenilämpöpatteri	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/green-tech/conservation/graphene-heating-system-dramatically-reduces-home-energy-costs	Kari Vahiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/777488192368789/
55	Li-rauta-happi-akku mallinnettu, halpa, tehokas	https://www.theregister.co.uk/2018/01/05/battery_whizzes_use_iron_and_oxygen_to_improve_battery_design/	Matti Aarnio	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1518154924968775/
56	AI ohjaa aivoimplanttia mielialaongelmien ehkäisemiseksi	https://www.nature.com/news/ai-controlled-brain-implants-for-mood-disorders-tested-in-people-1.23031	Anni Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1472340182883583/
56	Keinokohdun testattu karisoilla	https://www.theguardian.com/science/2017/apr/25/artificial-womb-for-premature-babies-successful-in-animal-trials-bio-bag	Laura Tiilikainen	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/126428753688848/
56	Kauko-ohjattava sudenkoriento (kyborgi)	http://www.smithsonianmag.com/innovation/turning-dragonflies-drones-180962097/	Pekka Neva	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1187060891411515/
56	Implantteihin sopiva biopolttokenno	http://www.rdmag.com/article/2016/11/researchers-develop-biofuel-cell-energy-storage	Pekka Neva	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1100403833410555/
56	Selkäydinimplantti palauttaa kävelyn	http://gizmodo.com/watch-this-spinal-cord-implant-revive-the-legs-of-a-par-1560697896	Aleksi Rossi	4	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/547948388656105/
56	Implantilla selkäytimen hermoratojen ohitus apinoilla	http://www.smithsonianmag.com/science-nature/wireless-brain-computer-network-helps-paralyzed-monkeys-walk-humans-could-be-next-180961049/	Pekka Neva	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1092506267533645/
56	DARPA: Bioninen käsi, ohjaus ajatuksilla	https://singularityhub.com/2016/02/18/this-remarkable-robot-hand-is-worthy-of-luke-skywalker/	Pekka Neva	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1146167548834183/
56	Robottirausku rotan sydänsoluista	http://spectrum.ieee.org/automation/robotics/robotics-hardware/a-cyborg-stingray-made-of-rat-muscles-and-gold	Aino Tuominen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/989824441135162/
56	Kyborgiolymppialaiset - useita proteeseja	https://www.facebook.com/quartznews/videos/1144632095570491/	Vilho Ahola	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/931883333595940/
56	Bakteereilla biofilmeihin sähkömagneettisia ominaisuuksia	http://www.nature-worldnews.com/articles/6420/20140324/mit-researchers-develop-living-material-using-e-coli.htm	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/540890119361932/
56	Aivoimplantilla 8 sanaa minuutissa	http://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/bionics/new-record-for-typing-by-brain-paralyzed-man-uses-brain-implant-to-type-8-words-per-minute	Aleksi Rossi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1198791953571742/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
56	Keinosilmä asennettu ihmiselle	http://bionicvision.org.au/eye	Pekko Vehviläinen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/650010851783191/
56	Biohyteensopivasti ioneilla sähköä siirtävä paristo	https://www.nature.com/articles/ncomms15609	Kari Alanne	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1358616777589258/
56	Neuroproteeseilla korjataan neurologisia häiriöitä	http://www.npr.org/sections/health-shots/2014/05/27/316129491/military-plans-to-test-brain-implants-to-fight-mental-disorders	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	3	3	Sci	
56	Valokasvi siementää	http://www.smh.com.au/technology/sci-tech/glowinthedark-plants-a-step-closer-as-avatars-seeds-bear-fruit-20140117-30zhe.html	Olli Hieta-nen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/508431179274493/
56	Selkäytimen hermosignaali käsiproteesille	http://www.rdmag.com/news/2017/02/prosthetic-arm-technology-detects-spinal-nerve-signals	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1137637219687216/
56	Keinotekoinen lihas auttaa sydäntä	https://www.wired.com/2017/01/robots-coming-heart/	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1181582925292645/
56	Pentagonin tekoälyproteesit myyntiin	https://phys.org/news/2017-06-advanced-prosthetic-arms-pentagon-sale.html	Pekka Neva	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1333956380055298/
56	Herkkä retinaproteesi ilman ulkoista energiaa	http://www.medicalnewstoday.com/articles/286352.php	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/677666245684318/
56	Magneettinen keinoaste ihmisille	http://www.smithsonian-mag.com/innovation/artificial-sixth-sense-helps-humans-orient-themselves-world-180961822/	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1163878020396469/
56	Selkärankahermoimplantti	http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/11333719/Cyborg-spinal-implant-could-help-paralysed-walk-again.html	Harri Vartiainen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/702983313152611/
56	Halvaantunut tuntee robottikäden aivoimplantilla	https://www.washingtonpost.com/news/to-your-health/wp/2016/10/13/in-a-medical-first-brain-implant-allows-paralyzed-man-to-feel-again/	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1069530036497935/
56	Kyborgikasviin elektroniikkaa	http://gizmodo.com/scientists-have-created-a-cyborg-rose-1743933339	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/855847371199537/
56	Kauko-ohjattavia heinäsiirkoja pomminhaisteluun	https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/07/06/navy-grants-750000-to-develop-cyborg-locusts-to-sniff-out-bombs/	Aleksi Rossi	3	3	Sci	https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/07/06/navy-grants-750000-to-develop-cyborg-locusts-to-sniff-out-bombs/
56	Ihon lämpö sähköksi	http://newatlas.com/ncsu-wearable-thermoelectric-generator/45389/	Pekko Vehviläinen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1043267539124185/
56	Aivoimplantti parantaa muistia 15%	https://www.nytimes.com/2018/02/06/health/brain-implant-memory.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1549022441882023/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
56	Pehmeään piilolinssiin langattomasti sähkö ja tietoliikenne	http://advances.sciencemag.org/content/4/1/eaap9841	Anni Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535950936522507/
56	Kameraa kantavan torakan kauko-ohjauslaite	https://www.theguardian.com/science/2015/mar/04/croach-robots-not-nightmare-fantasy-but-science-lab-reality	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891035437680730/
56	Ihon lämmöllä toimiva kello	http://spectrum.ieee.org/view-from-the-valley/consumer-electronics/gadgets/this-smart-watch-will-charge-itself-using-the-heat-of-your-skin	Kari Vah-tiala	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1098415396942732/
56	Darpa rahoittaa viittä hermoimplanttitutkimusta	http://www.darpa.mil/news-events/2017-07-10	Antti Raike	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1351787628272173/
56	Bioninen silmä sokealle	https://www.theguardian.com/science/2016/dec/22/blind-nhs-patients-to-be-fitted-with-pioneering-bionic-eye	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1150709678379970/
56	Kooste ihmisen kykyjen laajentamisesta urheilussa	http://www.wired.co.uk/article/sport-science-technology-human-performance	Aki Karjalainen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1001585426625730/
56	Katsaus aivoimplantteihin - neuroproteeseihin	http://www.businessinsider.com/brain-implants-will-give-us-superpowers-2014-4?IR=T	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	2	4	Fut	
56	Musk julkistaa Neuralink -hankkeensa	https://futurism.com/dont-edit-elon-musk-just-outlined-how-hell-merge-the-human-brain-and-ai/	Mikko Kangas	2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1258147300969540/
56	Musk tutkii aivojen ja AI:n kytkemistä	https://www.inverse.com/article/20322-elon-musk-neural-lace-progress	Harri Vartiainen	2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1041763849274554/
56	Augmented human - proteesikooste	https://www.facebook.com/futurism/videos/520599168119287/?fref=nf	Pekka Neva	2	5	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890301284420812/
56	Hermoimplantit liikehermojen korjauksessa - esittelyvideo	https://www.facebook.com/ScienceNaturePage/videos/810586075740319/	Sirpa Kuusela	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/936855469765393/
56	Infrapunaretinaimplantti testiin	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/bionics/blind-patients-will-soon-try-a-new-bionic-eye	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/787376454713296/
56	Sähköä "syövä" bakteeri	http://www.tekniikkatalous.fi/ke-mia/tallaista+elamaa+ei+pita-nyt+olla+olemassa-kaan++sahkoa+syovat+bakteerit+laittavat+oppikirjat+uusiksi/a1044302	Petja Jäppinen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/709153975868878/
56	Rahoitus: Halvaantuneen raajan aktivointi neuroimplanteilla	http://www.fiercemedicaldevices.com/story/nsf-awards-16m-researchers-developing-implants-reanimate-paralyzed-limbs/2016-01-04	Tatu Lund	1	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/877140185736922/
56	Silmäimplantti - 60 pikseliä	http://www.medicalnewstoday.com/articles/289863.php	Risto Linturi	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/724882087629400/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
57	Solujen uudelleenohjelmointi nuorentaa (hiiriä)	http://medicalexpress.com/news/2016-12-scientists-reverse-aging.html	Kari Alanne	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1135434873240784/
57	Sirt1 estää metabolista stressiä, vanhenemista	http://phys.org/news/2014-01-protein-sirt1.html	2014 Tulevaisuusvaaliokunnan raportti	4	2	Sci	
57	Hiiren robusti rejuvenaatio 5-7 vuoden päässä sanoo ADG	https://www.nextbigfuture.com/2017/12/aubrey-de-grey-interviewed-by-nextbigfuture-on-agex-and-progress-to-radical-life-extension.html	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1501666729950928/
57	Nuori veri nuorentaa vanhaa hiirtä	http://www.nature.com/news/young-blood-anti-ageing-mechanism-called-into-question-1.17583	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/561415253976085/
57	Mitokondrion roolia ikääntymisen lykkäämisessä vahvistava tulos	https://futurism.com/researchers-have-found-a-way-to-delay-aging/	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1196942377090033/
57	Lihassoluja nuorennettu NAD/Mitokondrio	http://www.bbc.co.uk/news/health-25445748	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/489434844507460/
57	Ikääntymisen estäminen (progeria-tutkimus, methylene blue)	http://cmns.umd.edu/news-events/features/3352	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/866921283425479/
57	Nuorentaminen verellä	http://www.theguardian.com/science/2015/aug/04/can-we-reverse-ageing-process-young-blood-older-people	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/850528068398134/
57	Vanhenemisen esto (iho) Granzyme B -eliminointi, hiirikoe	http://www.geek.com/science/scientists-accidentally-stop-skin-aging-in-mice-1611888/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/686643181453291/
57	Ikääntymisen genetiikkaa selvitetään	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/12/151201113917.htm	Pekka Neva	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859673407483600/
57	Maksasolujen ikääntymisen hidastus mitokondrioita manipuloimalla	http://emboj.embopress.org/content/early/2016/02/02/embj.201592862	Kari Alanne	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893501910767416/
57	Sydämen kantasolut lisäsivät 20% vanhojen hiirten liikkuvuutta	http://edition.cnn.com/2017/08/14/health/cardiac-stem-cells-make-rats-younger-study/index.html	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1377723175678618/
57	Google tutkimaan eliniän pidentystä	http://www.usatoday.com/story/tech/2013/09/18/google-calico-health-aging/2833675/	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/443485902435688/
57	Ikääntymisen esto - lääke-testi alkaa	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/preliminary-results-early-human-trials-anti-aging-formulas-reveal-no-adverse	Harri Vartiainen	2	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/663035527147390/
57	Telomeraasista on/off -vipu	http://www.sciencelalert.com.au/news/20142409-26223.html	Antti Tulonen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/641272992656977/
57	Ikääntymisen hidastaminen vanhojen solujen tappamisella	http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/accel.12344/abstract	Olli Pitkanen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/733977516719857/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
57	Eliniän pidentäminen HEL-1/FOXO, koe madoilla	http://www.pnas.org/content/early/2015/07/16/1505451112	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/800711190046489/
57	HLI Human Longevity Inc	http://www.humanlongevity.com/	Harri Vartiainen, Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/531494683634809/
57	Eliniän pidentäminen	http://io9.com/do-these-startling-animal-studies-mean-your-lifespan-co-486041314	Risto Linturi	1	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751417244975884/
57	Nuori veri nuorentaa vanhojen hiirten aivoja	http://news.sciencemag.org/biology/2014/05/young-blood-renews-old-mice	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	-2	3	Sci	
58	Etäsäädettävä lääkeimplantti, ehkäisy päälle/pois	http://www.technologyreview.com/news/528121/a-contraceptive-implant-with-remote-control/	Tatu Lund	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/598363973614546/
58	Soluenergialla toimiva mikropiiri	http://www.ecnmag.com/news/2015/12/columbia-engineers-build-biologically-powered-chip	Pekka Neva	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/862762777174663/
58	Kehon sisäinen laite viestii langattomasti	http://eecs.umich.edu/eecs/about/articles/2016/Injectable-Computers-Can-Broadcast-from-Inside-the-Body.html	Leo Kärkkäinen	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/983949378389335/
58	Riisinyvän kokoinen mikro-paristo biotelemetriaan	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/biomedical/devices/graphenebased-microbattery-ushers-in-new-age-for-biotelemetry	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/524842894299988/
58	Antenni&elektroniikkaa ihon alle grafeenista	http://phys.org/news/2015-12-graphene-wearable-devices.html	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/867272913390316/
58	DNA-nanobotteja syövän hoitoon	http://cacm.acm.org/magazines/2015/4/184703-molecular-moonshots/fulltext	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/741221565995452/
58	Robottisukellus solun sisään	http://www.scienceworldreport.com/articles/12786/20140210/first-nanomotors-ever-controlled-inside-living-cells.htm	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/519040931546851/
58	Nanoboteilla leukemian hoitoa	http://nextbigfuture.com/2015/03/ido-bachelet-dna-nanobots-summary-with.html	Teemu Peltonen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/736431523141123/
58	Nanobottimoottoreilla lääkkeitä hiiren kehoon	http://www.gizmag.com/nanobot-micromotors-deliver-nanoparticles-living-creature/35700/	Kari Alanne	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/886198048164469/
58	Nanopartikkelit puhdistavat verisuonia	https://www.sciencenews.org/article/nanoparticles-beat-back-at-herosclerosis	Leo Kärkkäinen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/967062893411317/
58	Nanokapselit tappavat syöpäsolut	http://gemini.no/en/2014/09/killing-cancer-cells-with-super-glue/	Sirpa Kuusela	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/939451602839113/
58	Nanobottien ohjaus magneeteilla kehossa	http://www.theverge.com/2014/10/28/7085023/google-wants-to-flood-your-body-with-tiny-magnets-to-search-for	Jouni Laveri	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/659575900826686/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
58	DNA-ohjelmoitavia nanobotteja	http://www.popsci.com/article/science/nano-robots-compute-dna-installed-living-cockroach	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/577122525738691/
58	Mikromoottorien ohjaamat lääkkeet paransivat vatsahaavan	https://www.newscientist.com/article/2144050-tiny-robots-crawl-through-mouses-stomach-to-heal-ulcers/	Anni Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1379513612166241/
58	Pilleri lähettää viestin, kun se niellään, FDA hyväksynyt	https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm584933.htm	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1462493490534919/
58	Biohajoava implantti	https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10152824561419909&set=gm.672970076153935&type=3	Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/672970076153935/
58	Ohjelmoitava ihon alainen lääkesiru	http://www.cnet.com/news/remote-controlled-chip-implant-could-be-the-future-of-contraceptives/	Pekko Vehviläinen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/595729813877962/
58	Bakteerit pienlaitteiden voimanlähteenä	https://phys.org/news/2016-07-scientists-simulate-tiny-bacteria-powered-windfarm.html	Samuli Laurikainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/991528797631393/
58	Pillerikamera, Smithsonian	https://www.smithsonianchannel.com/videos/a-pill-that-takes-up-to-50000-photos-of-your-insides/33935	Laura Tiilikainen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/718457091605233/
58	Nanosensoreita kehoon - pulloharjapolymeeri	http://www.engadget.com/2014/11/19/mit-polymer-medicine-nanotech/	Tatu Lund	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/672415662876043/
58	Syöpää hakeva nanorobotti	https://www.scientificamerican.com/video/south-korea-develops-worlds-first-c2014-01-05/	Jarmo Heimo	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/497843533666591/
58	Grafeeni syöpää torjuva	http://www.medicalnewstoday.com/articles/289978.php	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/726144134169862/
58	Nanotason lääkejaku, bioyhteensopiva Halloysite	http://www.rdmag.com/news/2015/10/halloysite-finally-promising-natural-nanomaterial?et_cid=4898946	Pekka Neva	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845197878931153/
58	DNA-ohjelmointikieli	http://www.washington.edu/news/2013/09/30/uw-engineers-invent-programming-language-to-build-synthetic-dna/	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/449078905209721/
58	Nanokoneita kokeiltu syöpää vastaan	http://www.sciencemag.org/news/2017/08/nanomachines-drill-holes-cancer-cells	Pia Erkinheimo	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1395935360524066/
58	Nanobotit kehossa, Kurtzweilin ennusteita	http://singularityhub.com/2015/10/12/ray-kurzweils-wildest-prediction-nanobots-will-plug-our-brains-into-the-web-by-the-2030s/	Seppo Nikkilä	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/852042848246656/
58	Injektoitavan kokoinen radiolähtin kehoon	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/injectable-radios-to-broadcast-from-inside-the-body	Kari Vahatala	-4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/899199340197673/
59	Leukemia 17 potilaalla hoidettu modifioituilla T-soluilla	http://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.2017.72.8519	Pekka Pasanen	5	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1353765521407717/
59	Hiiren munasolu aikuisen kantasolusta	http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature20104.html	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1071334852984120/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
59	Rasvasolut muiden kudosten kantasoluhoidossa	http://www.sciencealert.com/new-stem-cell-treatment-using-fat-cells-could-repair-any-tissue-in-the-body	Kari Alanen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/933120820138858/
59	Monen eri syövän hoitoon yleisratkaisu	http://www.scienceco-dex.com/new_general_concept_for_the_treatment_of_cancer-131015	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/546510488799895/
59	Kestävä, moniin tehoava rokotesuoja karesta vastaan	https://www.nature.com/articles/s41598-017-10247-8	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1511575328960068/
59	GMO-solut kasvatavat haluttuihin 3D-muotoihin	https://phys.org/news/2017-12-hack-cell-biology-d-tissue.html	Leo Kärkkäinen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1508181409299460/
59	GMO-mikrobit lannoittavat kasveja	http://www.sciencemag.org/news/2017/04/genetically-engineered-microbes-make-their-own-fertilizer-could-feed-world-s-poorest	Leo Kärkkäinen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1241677782616492/
59	Kasvava DNA-tietokone mahdollinen	https://phys.org/news/2017-03-scientists-reveal-super-fast.html	Sebastian Mäki	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1205189592931978/
59	Bakteerien ohjelmointi tuottaa proteiineja	http://www.scienceworldreport.com/articles/9855/20131001/scientists-uncover-hidden-feature-genetic-code-control-protein-production.htm	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/449894565128155/
59	Geneerinen flunssarokote	http://www.bbc.co.uk/news/health-24175030	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/447308968720048/
59	GMO-riisin fotosynteesin mahdollisuudet	http://longnow.org/seminars/02016/mar/14/radical-ag-c4-rice-and-beyond/	Vilho Ahola	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/932907270160213/
59	Vähägluteiininen GMO-vehnälaajike luotu	http://www.independent.co.uk/news/science/low-gluten-wheat-coeliacs-genetic-engineering-eaten-safe-ge-foods-a8078866.html	Tatu Lund	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1477577495693185/
59	Ihmisen varaosia kasvatettua elimistöissä	http://www.bbc.com/news/health-36437428	Kari Alanne	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/970469716403968/
59	Anti-CD47 syöpähoito ihmiskokeisiin	https://med.stanford.edu/stemcell/CD47.html	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	3	4	Sci	
59	Kiinassa kehitetty uusi suola-vedessä kasvava riisilajike	https://nextshark.com/china-invents-rice-can-grow-salt-water-can-feed-200-million-people/	Anni Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1442313162552952/
59	Nopea rokotevalmistus	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/byu-ceh111815.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/854686637982277/
59	Syövän tappava virus	http://www.wired.com/2015/10/fda-approves-first-virus-will-kill-cancer-cells	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/846492628801678/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
59	Viruspohjainen hoito Ebolaan	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uop-nsh021216.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/898646933586247/
59	Lisääntymistä ilman munasoluä tutkitaan	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/creating-babies-without-eggs-may-one-day-be-possible-thanks-to-groundbreaking-new-research/	Milla Wirén	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1042800945837511/
59	Crispr-Cas9 nopeuttaa biomateriaalien tuotantoa	http://phys.org/news/2016-01-crispr-cas9-tool-production-biofuel-precursors.html	Leo Kärkkäinen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887957747988499/
59	Geeniterapialla syövänhoitoa	http://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674%2815%2900623-6	Risto Linturi	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/786699704780971/
59	GM T-soluilla syövän hoitoon ihmisillä	http://medicalexpress.com/news/2016-07-chinese-team-human-crispr-trial.html	Risto Linturi	-4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1000240350093571/
59	GMO immuunisolu paransi leukemian	http://www.gosh.nhs.uk/news/press-releases/2015-press-release-archive/world-first-use-gene-edited-immune-cells-treat-incurable-leukaemia	Teemu Peltönen	-4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/866100773507530/
60	Perinnöllinen sydäntauti editoitu sikiöstä pois USAssa	https://www.nytimes.com/2017/08/02/science/gene-editing-human-embryos.html?_r=0	Risto Linturi	5	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1360525994065003/
60	Solutyypin vaihto CRISPR-tekniikalla	http://naturscience-news.com/2016/08/13/modified-crispr-technique-shows-great-promise-for-gene-therapy-applications/	Risto Linturi	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1035864186531187/
60	Kiinassa poistettu ihmisalkiosta perinnöllinen sairaus	http://www.bbc.com/news/health-41386849	Harri Vartiainen	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1418538381597097/
60	Crispr editoi perimää yhden emäksen tarkkuudella	http://www.theverge.com/2016/4/20/11450262/crispr-base-editing-single-nucleotides-dna-gene-liu-harvard	Risto Linturi	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/942758342508439/
60	Crispr-Cas13 aiempia tarkempi DNA-editointi	https://www.wired.com/story/new-science-could-sharpen-crisprs-gene-editing-scalpel/	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1443881885729413/
60	Geenin ilmentymistä säädelty sähköisesti E.Coliassa	http://www.nature.com/articles/ncomms14030	Jouni Kari	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1171546802962924/
60	Epigeneettinen CRISPR-terapia kehittyi nopeasti	https://gizmodo.com/a-modified-crispr-could-treat-common-diseases-without-e-1821067896	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1487481624702772/
60	CRISPR-modifikaatio estää tarkoituksettomat mutaatiot	https://www.researchgate.net/blog/post/crispr-modification-overcomes-major-hurdle-to-human-treatments	Anni Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1487481624702772/
60	DNA-kävelijät ja nanotason kuvantaminen	https://phys.org/news/2017-02-super-resolution-reveals-mechanics-tiny-dna.html	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1192661590851445/
60	Crispr-CAS9 -sovelluksia	http://www.nature.com/news/hiv-overcomes-crispr-gene-editing-attack-1.19712	Leo Kärkkäinen, Sami Niemelä	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/970419149742358/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
60	Hemofilia B:n parantaminen geeniterapialla	http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1708538	Anni Linturi	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1487481624702772/
60	Crispr-CAS3 menetelmä eteen	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/06/170629142850.htm	Jussi Tunkkari	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1143123295805275/
60	Crispr-Cas9 - postimyyntiteillä jokainen geenitohtoriksi	https://www.scientificamerican.com/article/mail-order-crispr-kits-allow-absolutely-anyone-to-hack-dna/	Harri Vartiainen	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1443881885729413/
60	Ihmiskalkioita CRISPR-modifioitu Karoliinissa instituutioissa	http://www.sciencealert.com/a-swedish-scientist-is-using-crispr-to-genetically-modify-healthy-human-embryos	Kari Alanne	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1057182957732643/
60	Antibioottiresistenssin ratkaisuun CRISPR?	https://www.technologyreview.com/s/604126/edible-crispr-could-replace-antibiotics/?set=604202	Leo Kärkkäinen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1254191781365092/
60	Crispr/Cas -materiaalien edullinen verkkokauppa	https://www.genscript.com/crispr-products.html?src=pullmenu	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1462418417209093/
60	Solujen ohjelmointikieli	http://phys.org/news/2016-03-language-cells.html	Vilho Ahola	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/932167443567529/
60	CRISPR-nykytila (TED-katsaus)	http://www.ted.com/talks/ellen_jorgensen_what_you_need_to_know_about_crispr	Tatu Lund	3	6	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1061707990613473/
60	Crispr-Cas9 & perimän räätälöinti ®ulaatio	https://www.washingtonpost.com/news/speaking-of-science/wp/2015/12/01/historic-summit-on-gene-editing-and-designer-babies-convenes-in-washington/	Risto Linturi	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859726964144911/
60	Laajoja visioita Crispr-sovelluksiksi	http://www.newyorker.com/magazine/2017/01/02/rewriting-the-code-of-life	Antti Raike	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1144643178986620/
60	Crispr-CAS3 antibioottikriisin ratkaisuksi?	https://techcrunch.com/2016/12/21/move-over-cas9-crispr-cas3-might-hold-the-key-to-solving-the-antibiotics-crisis/	Jussi Tunkkari	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1143123295805275/
60	Crispr/Cas9 -editoinnin verkkokurssi	http://powered.synthego.com/how-to-conduct-successful-crispr-experiments-ebook	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1462418417209093/
60	Crispr-CAS9 editoituja soluja ihmisen syöpää parantamaan	https://www.scientificamerican.com/article/crispr-gene-editing-tested-in-a-person-for-the-first-time/?WT.mc_id=SA_FB_HLTH_NEWS	Jarmo Salomela	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1098454903605448/
60	DNA-virheiden korjauksesta kemian Nobel	http://medicalexpress.com/news/2015-10-chemistry-nobel-dna-foundation-ways.html	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/838447569606184/
60	Geenien editointi	http://io9.com/researchers-have-just-found-a-better-way-to-edit-dna-1652828550	Tatu Lund	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/660048347446108/
60	Crispr-Cas9 -DNA-muuntelu	http://m.phys.org/news/2015-09-scientists-human-genome.html	Jouni Tuomela	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832994730151468/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
60	HIV-geeniterapia	http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1300662	Tatu Lund	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/533173163466961/
60	Tarkkuutta lisää CRISPR-tekniikkaan optimoimalla vektoreita	http://futurism.com/new-technique-makes-crispr-gene-editing-easy-point-click/	Kari Alanne	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/904156969701910/
60	HIV-geeniterapia CCR5	http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1300662	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	-3	3	Sci	
60	Ihmisen GMO-alkiosta suunnitelma Karoliinisessa instituutissa (Crip-Cas9)	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891992770918330/	Pekka Neva	-5	2	Sci	http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_uteveckling/article3959440.ece
61	Synteettinen hiiva (30%) tuotettu Sc2.0	https://www.washingtonpost.com/news/speaking-of-science/wp/2017/03/09/scientists-create-designer-yeast-in-major-step-toward-synthetic-life/?utm_term=.4ca24a85821b	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1212461592204778/
61	Synteettinen eliö 6-kirjaimisella DNA:lla stabiili	http://www.pnas.org/content/114/6/1317.abstract	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1301238206660449/
61	Avoimen koodin synteettinen biologia, ongelmia	http://radar.oreilly.com/2015/10/open-source-lessons-for-synthetic-biology.html	Jarmo Salomela	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/894030710714536/
61	Synteettinen bakteeri 473 geeninä	http://gizmodo.com/mad-scientists-created-synthetic-bacteria-with-only-473-1766686722	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/923161387801468/
61	Solun simulointimalli	http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=scientists-successfully-model-a-living-cell-with-soft-ware&WT.mc_id=SA_Facebook	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/497838883667056/
61	RNA-pohjainen biotietokone Wyss-instituutissa	http://www.kurzweilai.net/a-living-programmable-biocomputing-device-based-on-rna	Kimmo Kivelä	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1364294843688118/
61	6-kantainen DNA monistuu	http://www.cbsnews.com/news/artificial-dna-breakthrough-could-lead-to-new-drugs-treatments/	Risto Linturi	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/563277443789866/
61	Synteettinen hiiva lisääntyy	http://www.bbc.com/news/science-environment-26768445	Risto Linturi	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/542487322535545/
62	Mikä tahansa proteiini solussa voidaan sammuttaa helposti	https://phys-org.cdn.ampproject.org/c/s/phys.org/news/2017-11-scientists-method-rapidly-protein-kind.amp	Tatu Lund	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1464728363644765/
62	Psykobiootit mm. masennuksen hoidossa	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5102282/	Elina Hiltunen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463039563813645/
62	T-solujen aktivointi tappaa syövän ja etäpesäkkeet hiirikokeissa	http://med.stanford.edu/news/all-news/2018/01/cancer-vaccine-eliminates-tumors-in-mice.html	Anni Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1544259669024967/
62	Verikokeella 70% syövästä löytyi, alle 1% vääriä positiivisia	http://time.com/5111157/blood-test-for-cancer/	Kristian Lukan-der	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1547130745404526/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
62	Bakteerien mekanismi happiradikaaleja vastaan	http://www oulu.fi/yliopisto/node/37748	Harri Vartiainen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/915125998605007/
62	Ihmisen proteiini kartta	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/first-complete-mapping-human-proteome-discovers-193-new-proteins	Jarmo Heimo	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/574071402710470/
62	Mikrobiomi avuksi syövänhoidossa	https://www.reuters.com/article/us-health-cancer-microbiome/biotech-firms-race-to-recruit-good-bugs-in-war-on-cancer-idUSKBN1DE1D2	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463039563813645/
62	Maksuton elinikä odote 18 verikokeesta ja kasvokuvasta	http://bigthink.com/robby-berman/an-ai-algorithm-predicts-your-expiration-date	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1552055621578705/
62	MS-taudin genetiikka selviämässä	http://www.genengnews.com/genetics-highlights/genetic-origin-of-multiple-sclerosis-discovered/81252785	Anni Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1039675192816753/
62	Aivojen ja immuunijärjestelmän yhteys	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/06/150601122445.htm	Harri Vartiainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/777829842334624/
62	Malariarokote hiirikokeissa	http://news.sciencemag.org/health/2014/05/new-malaria-vaccine-shows-promise-mice	Arvo Kukko	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/572622252855385/
62	Kolesterolirokote	http://news.unm.edu/news/unm-nih-researchers-develop-vaccine-to-treat-high-cholesterol	Pekka Pasanen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/858794424238165/
62	Syöpäsolujen tuhoaminen punaisella valolla	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-12/unio-gss121216.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1133457223438549/
62	Mikrobiomisiirros pelasti uhanalaisen kasvin	https://phys.org/news/2017-11-microbiome-transplants-disease-resistance-critically-endangered.html	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463039563813645/
62	Bakteerit kuriin liposomeilla	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/rasvalla+tulehduksen+kimp-puun+antibioottien+sijaan+++ko-keet+ihmispotilailla+alkavat+ensi+vuonna/a1027451	Antti Tulonen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/668704689913807/
62	Mikrobiomi vaikuttaa AIDS-potilaan taudinkuvaan	https://www.specialtypharmacytimes.com/news/how-the-gut-microbiome-affects-outcomes-in-hiv	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463039563813645/
62	Virus laukaisee keliakian	https://news.uchicago.edu/article/2017/04/06/seemingly-innocuous-virus-can-trigger-celiac-disease	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1250002875117316/
62	Skitsofrenian genetiikka askeleen aiempaa selvempi	https://www.washingtonpost.com/news/speaking-of-science/wp/2016/01/27/scientists-open-the-black-box-of-schizophrenia-with-dramatic-genetic-finding/	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/888990441218563/
62	Kuusen pihkan terveysvaikutukset	http://www.uusisuomi.fi/tiede-jaymparisto/59304-tutkija-osoitti-perimatiedon-todeksi-suomen-metsissa-kasvaa	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/759326517518290/
62	MRSAhan tehoava antibiootti	http://yle.fi/uutiset/tutkijat_uskovat_loytaneensa_mullistavan_antibiootin_oli_kai_vettuna_maa-han_takapihalle/7724435	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/701481419969467/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
62	Human Protein Atlas	http://yle.fi/uutiset/ruotsalaiset_piirsivat_ihmisen_proteiinikartaston_13_miljoonaa_kuvaa_julki_internetissa/7606422	Risto Linturi	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/664056017045341/
63	Ihosolukko uudelleenohjelmoidaan piirillä verisuoniksi	http://www.theregister.co.uk/2017/08/08/cellular_reprogramming_with_people_rather_than_phones/	Leo Kärkkäinen	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1372219179562351/
63	44v miehen perinnöllinen sairaus ehkä poistettu koko kehosta	http://edition.cnn.com/2017/11/15/health/first-in-body-edit-dna/index.html	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1464152370369031/
63	Keinoverta tehtaista - kehityshanke	http://www.telegraph.co.uk/health/health-news/10765132/Artificial-blood-will-be-manufactured-in-factories.html	Tatu Lund ja Pekko Vehviläinen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/556598611124416/
63	Soluviljely (veri)	http://medicalxpress.com/news/2015-10-gene-lab-based-red-blood-cell.html	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/843936215723986/
63	Ihmisen soluja kasvatettu lampaan sikiössä	https://www.theguardian.com/science/2018/feb/17/breakthrough-as-scientists-grow-sheep-embryos-containing-human-cells	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1560373704080230/
63	Sian monimutkainen Crispr-editointi siirtoelinkelpoisiksi	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/scientists-break-gene-editing-record-create-animal-organs-human-transplantation	Merja Penttilä	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/840272466090361/
63	Kasvatettu munuainen	http://www.sciencealert.com/lab-grown-kidneys-shown-to-be-fully-functional-in-animal-recipients	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832976383486636/
63	Polvinivelen regeneraatio	https://www.facebook.com/techinsider/videos/491774337687594/	Tero Pura-nen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/986737988110474/
63	Synteettinen rusto potilasko-keilussa	http://www.fox-news.com/health/2015/03/12/artificial-cartilage-implants-may-reduce-need-for-knee-replacement-surgery.html	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890934781024129/
63	Hermojen regeneraatio nanohiilten avulla	http://phys.org/news/2016-07-bridge-carbon-nerve-tissues.html	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/995722263878713/
63	Rypyt pois hengittävällä keinohollalla	http://www.nytimes.com/2016/05/10/health/second-skin-aging-wrinkles.html?_r=0	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/954249141359359/
63	Insuliinia tuottavia soluja viljelty suuria määriä	http://www.webmd.com/diabetes/news/20141009/stem-cell-success-raises-hopes-of-type-1-diabetes-cure	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/649375921846684/
63	Täysikokoinen ihmissydän kantasoluista laboratoriossa	http://www.popsci.com/scientists-grow-transplantable-hearts-with-stem-cells	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1065768890207383/
63	90% terminaalivaiheen leukemiapotilaista toipui immuunijärjestelmän muokkauksella	http://www.bbc.com/news/health-35586834	Risto Linturi	3	6	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/899053470212260/
63	Hiiren 1. tyypin diabetes hoidettu viljellyillä kantasoluilla	http://gizmodo.com/stem-cell-breakthrough-could-put-an-end-to-daily-insulin-1754981810	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887686141348993/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
63	FDA hyväksyi geeniterapian lapsuusajan leukemian hoitoon	https://www.us-news.com/news/business/articles/2017-08-30/us-clears-first-living-drug-for-tough-childhood-leukemia	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1392584247525844/
63	Katsaus keinoelinten kasvatukseen	http://discovermagazine.com/2014/jan-feb/05-stem-cell-future	2014 Tulevaisuusvaaliokunnan raportti	3	3	Sci	
63	Parantava haavaside	http://www.tekniikkatalous.fi/innovaatiot/mullistus-vaikeiden-haavojen-hoitoon-tulee-suomesta-startup-esitteli-hopeaa-hyodyntavan-haavataitoksensa-3326347	Kari Vah-tiala	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/800988190018789/
63	Viljeltyjä sydänsoluja	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150714124129.htm	Tatu Lund	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/802372459880362/
63	Immuunijärjestelmä tuhoaa syövän nanoraudan katalysoimana	http://phys.org/news/2016-09-iron-nanoparticles-immune-cells-cancer.html	Vilho Ahola	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1053131331471139/
63	Kantasoluista rustoa lonkkaan sopivaan muotoon	http://www.live-science.com/55444-stem-cells-could-replace-hip-replacements.html	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/997945643656375/
63	Sienimäinen ruston korjausmateriaali	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/acs-smh021916.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/915600031890937/
63	Esteitä ihmisen varaosille Suomessa	http://yle.fi/uutiset/tutkijat_selvittavat_ihmisen_varaosateollisuuden_synnyn_esteita_suomessa/7144293	Harri Vartiainen	2	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/538603646257246/
63	Hampaiden kantasoluimplantit	http://worldtruth.tv/stem-cell-dental-implants-grow-new-teeth-in-your-mouth/	Seppo Nikkilä	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851351498315791/
63	Hermoston regeneraatio	http://factor-tech.com/3d-printing/19785-complex-damaged-nerves-re-grown-for-first-time-using-3d-printed-guide/	Petja Jäppinen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/831395853644689/
63	Neniä ja korvia kasvatettu kantasoluista	http://www.cbsnews.com/news/ears-noses-grown-from-stem-cells-in-petri-dishes/	Antti Peltonen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/965742033543403/
63	Immuunijärjestelmän "koultus"	http://www.sciencedaily.com/releases/2014/09/140925100929.htm	Sulka Haro	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/742153792568896/
63	Elimistö tuhoaa itse syöpää	http://yle.fi/uutiset/syopa-hoito_on_mullistumassa_elimisto_voi_itse_tuhota_syopakasvaimia/8321028	Pekka Neva	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832212686896339/
63	Sydämenvahvistin	http://www.independent.co.uk/news/science/3d-printed-electronic-glove-could-help-keep-your-heart-beating-for-ever-9166004.html	Jarmo Heimo	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/530553517062259/
64	Kapillaarien kasvatus labrassa helpottaa elinten 3D-tulostusta	https://www.digitrends.com/cool-tech/artificial-capillaries-3d-printing/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1346076242176645/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
64	Nopea biomateriaalien solutason tulostus mikrofluidiikalla	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180201092233.htm	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1546164845501116/
64	Pinaatin suonia keinoelimen verisuoniksi	http://news.nationalgeographic.com/2017/03/human-heart-spinach-leaf-medicine-science/	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1230038997113704/
64	3D-tulostettu kudoks tutkittu toimivaksi	http://www.nature.com/nbt/journal/vaop/ncurrent/full/nbt.3413.html	Petri Sirviö	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/900022090115398/
64	Sydämen 3D-tulostus 10v kullessa	http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-11/21/3d-printed-whole-heart	Harri Vartiainen	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/475336749250603/
64	Verisuonten 3D-tulostus	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/scientists-use-3d-printing-produce-blood-vessels	Jarmo Heimo	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/576363285814615/
64	Muotoon kasvavasta biomateriaalista suonisto	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/qmuosmt092415.php	Kari Vahiala	3	4	Sci	http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2015-09/qmuosmt092415.php
64	Keinotekoinen 3D-tulostettu rusto	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/made-order-cartilage-could-combat-osteoarthritis	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	3	4	Sci	
64	Luun ja kudoksien 3D-tulostus	http://3dprint.com/37745/bone-and-tissue-bioprinting/	Tuomas Santakallio	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/710110949106514/
64	3D-tulostettu hiiren munasarja toimii	https://news.northwestern.edu/stories/2017/may/3d-printed-ovaries-offspring/?utm_source=facebook&utm_medium=int_a&utm_campaign=wmr_3D	Rami Niemi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1337970606320542/
64	Kudosnäytematriisien 3D-tulostus testeihin DPAC	http://www.ucsf.edu/news/2015/08/131431/dna-guided-3-d-printing-human-tissue-unveiled	Pekka Neva	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832248466892761/
64	Mini-aivot tuotettu tutkimuskäyttöön	http://hub.jhu.edu/2016/02/12/mini-brains-drug-testing	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/897344060383201/
64	Kudosmaisen pehmeä 3D-tuloste keinoelinten rungoksi	https://www.livescience.com/61416-3d-printed-brain.html	Matti Aarnio	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1525792180871716/
64	Elinten 3D-tulostus geeliin	http://www.vocativ.com/235846/3d-printing-in-gel-could-bring-us-closer-to-replace-organs/index.html	Kari Alanne	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835046656612942/
64	Biomateriaaleista tavaraa	http://www.hs.fi/tiede/a1398344570326	Olli Hieta-nen	2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/559497454167865/
64	Syöpäkasvain, viljelty&3D-tuloste	http://phys.org/news/2014-04-breakthrough-cancer-tumors-3d-printer.html	Jarmo Heimo	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/556813261102951/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
64	3D-tulostettu sarvikuonon sarvi	http://www.digitaljournal.com/news/environment/bio-tech-firm-creates-fake-rhino-horn-to-help-save-real-rhinos/article/436325	Harri Vartiainen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/785953901522218/
64	3D-tulostettu rusto	http://www.iflscience.com/health-and-medicine/made-order-cartilage-could-combat-osteoarthritis	Pekko Vehviläinen	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/558164830967794/
64	Elinten 3D-tulostukseen verisuonet	https://www.facebook.com/StemCellAndRegenerativeScience/posts/234949486711227	Jarmo Heimo	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/529007363883541/
64	3D-tulostettu polvilumpio	http://techcrunch.com/2014/12/15/watch-doctors-successfully-3d-print-a-knee-joint/	Tatu Lund	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/684576761659933/
64	3D-tulostettuja elimiä	http://yle.fi/uutiset/japanilaistutkijat_tuottavat_ruumiinosia_3d-tulostimella/7742395	Jouni Laveri	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/705910109526598/
65	IL-33 -proteiini paransi Alzheimerin hiirillä	http://www.sciencealert.com/new-protein-injection-reverses-alzheimer-s-symptoms-in-mice-in-just-one-week	Harri Vartiainen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/942780255839581/
65	Alzheimer-hoito vähensi oireita	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/06/160616071933.htm	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/978769125574027/
65	70% hiirten Alzheimerista parantui ultraäänillä	http://www.sciencealert.com/new-alzheimer-s-treatment-fully-restores-memory-function	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/738016689649273/
65	Muistisairauden hoito aivoimplantin avulla	https://news.usc.edu/86658/new-device-aims-to-help-people-struggling-with-memory-loss/	Göte Nyman	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463188130465455/
65	KLOTHO -geeni suojaa Alzheimerilta ja parantaa älykkyyttä	http://www.ucsf.edu/news/2014/05/114196/better-cognition-seen-gene-variant	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/564237473693863/
65	Huntington hiirillä kuriin geeniterapialla zinc finger	http://www3.imperial.ac.uk/newsandeventspggrp/imperialcollege/newsummary/news_9-9-2016-13-13-26	Anni Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1039675192816753/
65	Parkinsonin kantasoluhoidoa	http://www.bbc.com/news/health-29935449	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/663974963720113/
65	Neitsytoliiviöljy estää Alzheimeria hiirillä	http://www.newsweek.com/extra-virgin-olive-oil-prevents-alzheimers-mediterranean-diet-627851	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1322718354512434/
65	Katsaus Alzheimer-tutkimukseen	http://www.alz.org/research/science/alzheimers_treatment_horizon.asp	2014 Tulevaisuusvaliokunnan raportti	2	3	Sci	
65	Alzheimer-tutkimus tau vs amyloid	http://www.scienceworldreport.com/articles/23679/20150325/tau-protein-not-amyloid-now-thought-to-be-responsible-for-alzheimers.htm	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/742146399236302/
65	Parkinsonin implanttihoidon aikaistamista suositellaan	https://shakeitup.org.au/latest-news-deep-brain-stimulation/	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1463188130465455/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
65	Aivojen muistirakenteet selviämässä	http://gizmodo.com/our-brains-can-store-10-times-more-information-than-we-1754255335	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885755434875397/
65	Parkinsonin hoito geeniterapialla	https://geneticliteracyproject.org/2016/08/23/gene-therapy-breaking-ground-treating-parkinsons-disease/	Anni Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1039675192816753/
65	Alzheimer-tutkimus, NCAM2-yhteys	http://www.nature.com/ncomms/2015/151127/ncomms9836/full/ncomms9836.html	Pekka Neva	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/742146399236302/
65	Alzheimer-lääke tuhoaa ko-keissa plakkia	http://www.bbc.com/news/health-37222863	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1030808203703452/
65	Tyksissä Alzheimerin ultraäänihoito	https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10153660903485735&set=a.96587095734.91338.728060734&type=3	Sebastian Mäki	2	4	Sci	https://www.facebook.com/jouni.tuomela/posts/1320366791310079
66	Proteiinia hiilidioksidista, vedestä ja sähköstä	http://www.vttresearch.com/media/news/protein-produced-with-electricity-to-alleviate-world-hunger	Teo Pelho, Rami Niemi, Tarja Ollas	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1352141338236802/
66	Synteettinen liha halpenee	http://www.sciencelert.com/lab-grown-burger-patty-cost-drops-from-325-000-to-12	Harri Vartiainen	4	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/746731258777816/
66	Kiina ostaa \$300 miljoonalla labralihaa Israelista	http://www.independent.co.uk/news/world/asia/china-israel-trade-deal-lab-grown-meat-veganism-vegetarianism-a7950901.html	Risto Linturi	4	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1410894015694867/
66	Viljelty liha ja maito etenee, kuka reguloi	http://www.sciencemag.org/news/2016/08/lab-grown-meat-inches-closer-us-market-industry-wonders-who-will-regulate	Risto Linturi	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1035635033220769/
66	Keinoliha ja sen rahoitus	https://www.facebook.com/garytvcom/videoes/855040404551209/	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/809949069122701/
66	EU hyväksymässä hyönteiselintarvikkeet	https://www.facebook.com/ajplusenglish/videoes/854038361404339/	Janne Nevalainen	3	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1127879097329695/
66	\$17M rahoitus Memphis Meat -labralihalle	http://www.xconomy.com/san-francisco/2017/08/23/memphis-meats-cooks-up-17m-funding-round-for-lab-grown-meat/	Risto Linturi	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1393735710744031/
66	Cellpod - kasvisolukasvatamo kotiin	http://www.biotalous.fi/cellpod-kasvattaa-tulevaisuuden-avaruusruokaa-kotonasi/	Tarja Ollas	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1066339650150307/
66	Kasvispihvi maistuu lihalla, leghemoglobiini-proteiini	http://www.sciencelert.com/news/20140910-26310.html	Risto Linturi	3	6	Prod	
66	Kasvis"kananmuna" Beyond Eggs	https://www.facebook.com/garytvcom/videoes/892932674095315/	Aleksi Rossi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/846282398822701/
66	Kalansyönti rauhoittaa unta ja kasvattaa älykkyyttä huomattavasti	https://www.nature.com/articles/s41598-017-17520-w	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1506234582827476/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
66	Suomalainen hyönteisruokakontti Entocube	http://arcticstartup.com/article/wins-e50000-investment/	Mikko Leppänen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/971378336313106/
66	Lihan maku kasvispurilaiseen	http://impossiblefoods.com/	Pekko Vehviläinen	-2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/650034821780794/
66	Synteettinen liha	http://www.sciencealert.com/lab-grown-burgers-could-be-on-your-plate-by-2020	Ilmari Määttä	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/844854918965449/
66	LUT & VTT: proteiinkasvatusta elatusmaljassa	http://yle.fi/uutiset/3-9210877	Pasi Vainikka	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1060008560783416/
67	Tomaatteja merivedellä ja aurinkoenergialla autiomaassa	http://qz.com/803646/a-desert-farm-is-growing-tomatoes-on-sea-water-and-solar-power/	Risto Linturi	5	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1062484563869149/
67	Tuotteistettu konttikasvatus 20KE/vuosi	https://www.facebook.com/HuffPost/videos/10153593374106130/	Aleksi Rossi	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/880053315445609/
67	Hyönteisten biomassa vähentynyt 76% Saksassa 27 vuodessa	https://www.theguardian.com/environment/2017/oct/18/warning-of-ecological-armed-doom-after-dramatic-plunge-in-insect-numbers	Tero Kauppi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1437804199670515/
67	Fujitsun LED-viljelmä Suomeen	http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2016/1128-01.html	Pauli Liikala	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1114113945372877/
67	LED-kerrosviljely (Japani)	http://upriser.com/posts/largest-indoor-farm-100x-more-productive-99-less-water-40-less-power-80-less-waste	Petja Jäppinen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/703617016422574/
67	Sisäviljelyrobotti	https://www.facebook.com/techinsider/videos/543055419226152/	Kalle Pihlaja-saari	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1003295716454701/
67	Silmusalaatti LED-kasvatus	http://www.hs.fi/tiede/a1439520997977?jako=65a7ada6a9f2a41fd8d132dbdfb3863e&ref=tw-share	Harri Vartiainen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/813200995464175/
67	Kasvun nopeuttaminen säteilättämällä	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/energy/environment/a-blast-of-plasma-makes-plants-grow-faster	Kari Vahiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859598974157710/
67	Sisäviljelyä ruokakauppoihin	https://techcrunch.com/2017/06/26/infarm/	Jouni Laveri	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1335864073197862/
67	LED-viljelyä maan alla Lontoossa	https://youtu.be/FecuxU0tMmE	Jouni Laveri	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1125933010857637/
67	Tampereella robotisoitu LED-viljelmä	http://www.aamulehti.fi/raha/tamperelainen-keksinto-voi-mullistaa-maailman-kasvihuoneet-ei-tarvita-tyontekijoita-eika-aurinkoa-24148440/	Jouni Kari	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1137207169730221/
67	Viljelykokeilu Kuussa	http://newswatch.nationalgeographic.com/2013/12/05/nasa-may-test-its-lunar-green-thumb/	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/482724901845121/
67	Plenty: Seattleen 1HA LED-viljelmä, tuotto 2Mkg/vuosi	http://nordic.businessinsider.com/vertical-farming-company-plenty-investment-second-farm-seattle-2017-11?r=US&IR=T	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1451924671591801/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
67	Täysin robotisoitu ohran kylvö ja sadonkorjuu	https://www.digitaltrends.com/cool-tech/robot-farmers-harvest-barley/	Jouni Laveri	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1425505064233762/
67	MIT panostaa LED / vertikaaliviljelyyn	http://spectrum.ieee.org/computing/embedded-systems/mits-food-computer-the-future-of-urban-agriculture	Kari Vah-tiala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885048428279431/
67	Jellyfish: Vesiviljely, vedenpuhdistus, aurinkoenergia -konsepti	http://www.trueactivist.com/magnificent-jelly-fish-gardens-purify-the-water-and-grow-food-watch/	Jussi Tunk-kari	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1070155716435367/
67	Perunakaivos (LED-viljely) Pyhäsalmeen	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/pyh%C3%A4j%C3%A4rvelle-perustetaan-perunakaivos-1.174395	Jussi Tunk-kari	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1151790308271907/
67	Valaistus-maidontuotanto	http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/article3933600.ece	Jouni Tuomela	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832994730151468/
67	Sisäviljely, hamppu	http://www.mielleyhtyma.com/wp/there-no-business-like-business/kivi-paperi-hamppu/	Petja Jäppinen	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/756334554484153/
67	Kriittinen (puutteellisesti) näkökulma vertikaaliviljelyyn	https://usu.app.box.com/s/6t2qfa3xng2bb4rpa2536lg4yrqf4sug	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875599375891003/
67	LED-valojen riskit	http://www.iltasanomat.fi/asuminen/art-1419908515249.html	Olli Hieta-nen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/694576957326580/
67	LED-viljely (Philips)	http://www.fastcoexist.com/3048492/in-this-huge-urban-farming-lab-led-recipes-grow-juicier-tomatoes-and-sweeter-basil	Jouni Valko-nen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/803516053099336/
67	KeittiöLED-puutarha Plantui	http://plantui.com/fi/smart-gardens/plantui-6-smart-garden/	Markku Tahko-korpi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1137239253060346/
67	Tyrnävällä perunoiden vesiviljelyä	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/nasan-esimerkki-innosti-kasvattamaan-perunoita-il-massa-tyrn%C3%A4v%C3%A4ll%C3%A4-1.146632	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/964625160321757/
67	Kaupunkiviljelyn starterkittejä myynnissä	http://www.nst.com.my/news/2016/12/197593/farm-city	Jussi Tunk-kuri	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1137383249712613/
67	Biotalous katsaus		Olli Hieta-nen	2	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/521294791321465/
67	LED-Konttilviljely, K. Musk	http://squareroostgrow.com/	Mikko Leppä-nen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1155251747925763/
67	Sienirihmastojen kommunikointiväylä	http://www.bbc.com/earth/story/20141111-plants-have-a-hidden-internet	Otto Tiusa-nen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/894282910689316/
67	Keittiöviljelytuote	http://www.kauppalehti.fi/omayritys/suomalainen+alypuutarha+leviaa+tanskassa+ja+saksassa/201412711806	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/681514218632854/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
67	LTU: muovipakkaus korvataan kartongilla	http://yle.fi/uutiset/3-9222648	Antti Raike	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1066790123438593/
67	Vertikaali-viljely	http://iq.intel.com/could-high-tech-vertical-farming-feed-the-future/	Kari Vah-tiala	-2	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/779414852176123/
67	LED-viljely Suomessa	http://www.silmusalaatti.fi/viljely/	Risto Linturi	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/820959908021617/
67	Kaupunki/kerrosviljely	http://weburbanist.com/2015/04/02/plantlab-urban-farms-40-times-more-productive-than-open-fields/	Harri Vartiainen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/746730465444562/
67	Heinäsiirkakonttikasvatus	http://www.kauppalehti.fi/uutiset/tama-keksinto-ratkaisee-nalan-hadan-maailmasta/3ESU7BiR	Kari Vah-tiala	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/779234195527522/
67	LED/konttikasvatukseen tuote	https://www.facebook.com/HuffingtonPost/videoes/10153593374106130/?fref=nf	Petja Jäppinen	-4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/884552081662399/
67	Vertikaaliviljely	http://www.youtube.com/watch?v=2nFQOkzEjxQ	Antti Kivivalli	-4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/506949762755968/
67	Fujitsu: Robotisoitu led-kerrosviljelmä Lapinjärvelle	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/fujitsu-mukaan-ruuantuotantoon-suomeen-perustetaan-kokeilukasvihuone-1.146938	Tarja Ollas	-4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/967778003339806/
68	10* lujuus prosessoituun, puristettuun puuhun	https://www.nature.com/articles/nature25476	Risto Linturi	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1553175008133433/
68	Nanosellusta tehty aerogeeli tulenkestävä supereriste	http://www.mdpi.com/1996-1944/10/3/311/pdf	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1373266142790988/
68	Nanosellua tehokkaasti perunasta	http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/tiede-teknikka/nanosellua-ei-kannatakaan-tehd%C3%A4-puusta-vaan-perunasta-ja-juurikkaasta-suomalaisyritys-aikoo-val-lata-40-miljardin-markkinat-1.168494	Esa Turtiainen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1095244220593183/
68	Katsaus nanosellun kehitykseen (CNF)	http://asia.nikkei.com/magazine/20170209/Tech-Science/Move-over-carbon-fiber-here-comes-cellulose-nanofiber	Jarmo Hallikas	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1197447467039524/
68	Nanosellun sovellukset (VTT)	http://www.vttresearch.com/services/bioeconomy/biobased-materials/nanocellulose-tailoring	Kari Vah-tiala	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/770889106362031/
68	Seitti kantaa ihmisen, kun hämähäkillä syötettiin nano-hiiliä	http://www.smh.com.au/technology/sci-tech/nanotech-super-spiderwebs-are-here-20170822-gy1blp.html	Anni Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1392958127488456/
68	Sieni korvaa polystyreenin (maatuu)	http://news.nationalpost.com/news/world/ikea-fungus-mushrooms-for-packaging	Petri Sirviö	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/906578226126451/
68	Metsä Group -katsaus uuteen teknologiaan	http://biotuotetehdas.fi/biotuotteet	Kari Vah-tiala	2	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/756595754458033/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
68	Edullinen nanosellun valmistusmetodi	http://www.fstjour-nal.org/news/new-low-cost-process-make-nanocellulose/670	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/741927549258187/
68	Läpinäkyvä puumateriaali	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.biomac.6b00145	Grändi Hytönen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/930462963737977/
68	Läpinäkyvää puuta - valmistusmenetelmä	https://www.facebook.com/NewYorkMag/videos/10154223583859826/	Aino Tuominen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/965460210238252/
68	Marimekko&Spinnova kehittämään puupohjaista lankaa	https://www.hs.fi/talous/art-2000005436951.html	Tatu Lund	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1453576298093305/
68	Puuvillatekstiili uusiokäyttöön	http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-n-poistopuuvillan-kuiduttamiskokeet-toteutetaan-kes%C3%A4ll%C3%A4	Tarja Ollas	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/955194397931500/
68	Syötävä pakkaus maitoproteiinista	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-08/acs-efp072116.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1023263437791262/
68	Silkki säilyttää hedelmät tuoreena	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-05/tu-skf050516.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951581361626137/
68	Nanosellun markkina pieni, mutta kasvussa	https://globenewswire.com/news-release/2016/01/29/805894/0/en/Global-Nanocellulose-Market-Analysis-Trends-Report-2016-2020-Industry-Forecasts-for-the-295-Million-Industry.html	Risto Linturi	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891107121006895/
68	IONCell-menetelmä puukuitujen käsittelyyn	https://phys.org/news/2017-04-upcycling-fast-fashion-pollution.html	Petja Jäppinen	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/899732170144390/
68	Nanosellun suunnittelu	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/nunmb100215.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835877923196482/
69	Ihmisiä syväjäädytetään jo henkiinherättämisen odotuksen	https://www.express.co.uk/news/science/844464/cryogenically-frozen-REVIVED-cryonics	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1501659176618350/
69	Traumapotilaan (talviuni) jäädyttäminen	http://io9.com/humanity-is-now-officially-ready-for-suspended-animation-1581727874	Lassi Val-kama	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/572771912840419/
69	Elintoimintojen pysäyttämistä kokeillaan ihmisillä	http://www.extremetech.com/extreme/179296-humans-will-be-kept-between-life-and-death-in-the-first-suspended-animation-trials	Risto Linturi	2	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/544332002351077/
69	Kanin aivot jäädytetty rakennetta rikkomatta	http://www.sciencealert.com/a-mammal-s-brain-has-been-cryonically-frozen-and-recovered-for-the-first-time	Kari Alanne	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/898893813561559/
70	GaSb-keskittävä aurinkokenno 45% hyötysuhde	http://wallstreetpit.com/113806-new-solar-cell-capture-sun-energy/	Teo Pelho	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1361509173966685/
70	Perovskittikenno 11% vakaa 10.000 tuntia	http://www.eenewseurope.com/news/low-cost-perovskite-solar-cell-achieves-10000-hour-stability-0	Seppo Nikkilä	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1309264199191183/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
70	R2R-PV tulostuskustannus \$10 /m2	https://www.newcastle.edu.au/newsroom/featured-news/the-clever-electronic-inks-rewriting-our-energy-future	Petri Sirviö	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1293145047469765/
70	Joustava grafeeniPV 15.6%	http://www.gizmag.com/graphene-solar-cell-record-efficiency/30466/	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/502524723198472/
70	Kirkas/tummuva lasi tummana 11% aurinkopaneeli	https://www.nature.com/articles/s41467-017-01842-4	Petri Sirviö	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1479964975454437/
70	Ohutkalvo-perovskiiitti-PV 17.8%	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-10/kifr100616.php	Kari Vah-tiala	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1058839307567008/
70	1100h stabiili 19% perovskiiitti-PV-kenno	https://phys.org/news/2017-12-guanidinium-stabilizes-perovskite-solar-cells.html	Matti Aarnio	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1488835621234039/
70	Aurinkopaneelitiekokeilut laajenevat	https://www.facebook.com/qznews/videos/371889156523828/	Kari Sipilä	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1155285857922352/
70	Tesla: PV-tiilikatto ja power-wall 2	http://www.theverge.com/2016/10/28/13463236/tesla-solar-roof-battery-new-elon-musk?utm_campaign=theverge&utm_content=entry&utm_medium=social&utm_source=facebook	Pekko Vehviläinen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1080688778715394/
70	Fraunhofer: laaja katsaus aurinkoenergiaan	https://www.ise.fraunhofer.de/en/downloads-english/pdf-files-english/photovoltaics-report-slides.pdf	Risto Linturi	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1085108178273454/
70	FS: tehokas ohutkalvoPV 2017	https://cleantech-nica.com/2015/12/30/first-solar-panels-likely-surpass-p-type-crystalline-panels-performance-2017/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/874557479328526/
70	Aurinkoenergiasta halvin sähköenergiamuoto	http://fortune.com/2016/12/15/solar-electricity-energy-generation-cost-cheap/	Kari Sipilä	4	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1135269949923943/
70	PV hyötysuhde-ennätys labratekniikoilla - kartta	https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png	Harri Vartiainen	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1238055416312062/
70	Akut ja PV kankaaseen	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/back-to-the-future-serves-as-inspiration-for-clothing-with-a-solar-powered-battery	Kari Vah-tiala	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1097712850346320/
70	Route 66 - aurinkopaneloidaan?	http://anonhq.com/2500-mile-route-66-la-chicago-set-americas-first-solar-roadway/	Jussi Tunkuri	4	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1054271478023791/
70	IRENA: Aurinkosähkö 6-ker-taistuu 2030 ja hinta laskee 60%	http://cleantech-nica.com/2016/06/23/solar-power-account-13-world-electricity-generation-2030-says-irena/	Risto Linturi	4	6	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/981312515319688/
70	Aurinkosähköä USAssa 2,5cent/kWh varastokului-neen	https://electrek.co/2016/10/16/us-based-solar-power-storage-at-0-028kwh/	Risto Linturi	4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1069981889786083/
70	Perovskiiitti voi "uudelleen-käyttää" fotonit	http://www.businessinsider.com/scientist-have-found-a-way-to-recycle-sunlight-2016-3?IR=T	Harri Varrtiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/928588803925393/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
70	1000C kestävä lämpökeräinmateriaali	http://news.mit.edu/2014/perfect-solar-cell-0929	Jarmo Heimo	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/668177113299898/
70	Aurinkosähköllä 34%hyötysuhde keskittävällä peilillä	http://gizmodo.com/this-could-be-the-worlds-most-efficient-solar-system-1705184079	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/768724113245197/
70	Sun Power PV 24.1%	https://www.forbes.com/sites/michaelkanellos/2016/06/27/sunpowers-24-1-efficiency-mark-are-we-near-the-ceiling/	Pekka Neva	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/902443629873244/
70	Kiinassa 1km aurinkopaneelitietä 800kW, lataa autoja	http://www.moneycontrol.com/news/technology/china-tests-its-first-solar-powered-highway-that-can-charge-electric-cars-2472605.html	Risto Linturi	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1512006802250254/
70	Kiinan laajat uusiutuvan energian suunnitelmat	https://www.weforum.org/agenda/2016/04/china-wants-to-build-a-50tn-global-wind-and-solar-power-grid/?utm_content=bufferc92d&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer	Jarmo Kuismanen	3	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/933477306769876/
70	Virte Solar -kattopelleissä PV-pinta	http://www.aamulehti.fi/kotimaa/suomalaisyritys-keksi-kattopellin-joka-toimii-samalla-aurinkovoimalana/	Petri Jussila	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1015398805244392/
70	Mikrometrin paksuinen, joustava aurinkopaneeli	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566119916300222	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/905606572890283/
70	Valoe: Aurinkopaneeliin 40v takuu	http://fi.valoe.com/aurinkomoduuli/	Karoliina Auvinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890347317749542/
70	Rectenna nanohiilistä lupaus arvioitu	https://wattsupwiththat.com/2016/10/20/forget-solar-panels-optical-rectenna-converts-light-directly-to-electricity/	Vilho Ahola	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1074887489295523/
70	PV-vaikutus öljymaihin	http://www.telegraph.co.uk/finance/comment/ambroseevans_pritchard/10755598/Global-solar-dominance-in-sight-as-science-trumps-fossil-fuels.html	Esko Nuutila	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/549900095127601/
70	Aurinkopeili tuottaa sähköä 24/7	http://oilprice.com/Alternative-Energy/Solar-Energy/The-Worlds-First-247-Solar-Power-Plant.html	Jarmo Kuismanen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/932461890204751/
70	Grafeenilla fotonista useita elektroneja (PV)	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/green-tech/solar/graphene-gets-another-boost-in-high-conversion-efficiency-photovoltaics	Kari Vahiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/708955572555385/
70	Ruiskumaalattu perovskitti-aurinkokenno tuotettu	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5554192/	Petri Sirviö	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1459133287537606/
70	Läpinäkyvä aurinkokenno	http://www.extremetech.com/extreme/188667-a-fully-transparent-solar-cell-that-could-make-every-window-and-screen-a-power-source	Jussi Ruohonen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/662060927244850/
70	24.5% PerovskittiPV ja muita ennätyksiä keskustelussa	http://www.anu.edu.au/news/all-news/new-way-to-make-low-cost-solar-cell-technology	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1097841427000129/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
70	Orgaaninen ohutkalvo PV 13% hyötysuhde	http://www.electronics-eetimes.com/en/heliatic-claims-opv-world-record-efficiency-of-13.2-percent.html?cmp_id=7&news_id=222927415	Seppo Nikkilä	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/895197780597829/
70	Aurinkoenergia 2-4c /KWh 2050 konservatiivinen	http://www.agora-energie-wende.org/fileadmin/downloads/publikationen/Studien/PV_Cost_2050/AgoraEnergie_wende_Current_and_Future_Cost_of_PV_Feb2015_web.pdf	Risto Linturi	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751429464974662/
70	Värilliset aurinkopaneelit 35%	http://www.economist.com/news/science-and-technology/21596924-way-double-efficiency-solar-cells-about-go-mainstream-stacking	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/525463990904545/
70	Aurinkopaneelitiet + keskustelu	http://www.solarroadways.com/Home/Index	Arja Sarpola	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/968346653282941/
70	Kotimainen Atrian aurinkoenergiaesimerkki, 24.000 paneelia	https://yle.fi/uutiset/3-9749662	Tero Kauppinen	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1364919980292271/
70	Saudeille 1,5 eurosentin/kWh tarjous aurinkoenergiasta	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-03/saudi-arabia-gets-cheapest-ever-bids-for-solar-power-in-auction	Risto Linturi	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1554354274682173/
70	PV:n hyötysuhde voi ylittää Shockley-Queisser-ajan	http://drexel.edu/now/archive/2016/august/bulkpve/	Teo Pelho	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1015287695255503/
70	Aurinkopaneelipyörätie	http://www.collective-evolution.com/2014/11/09/netherlands-is-the-first-country-to-open-solar-road-for-public/	Risto Linturi	2	4	Prod	
70	Läpinäkyvä aurinkoenergiaa keräävä ikkuna	https://www.facebook.com/futurism/videoes/519521464893724/?fref=nf	Kaisu Annala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890483094402631/
70	MoS2-kalvo parantaa PV-tehoa	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsphotonics.6b00081	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/951594908291449/
70	Halpeneva rooftop aurinkoenergia	http://www.vox.com/2014/10/16/6987915/solar-power-cheaper-balance-of-systems-costs	Tatu Lund	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/654416104675999/
70	DIY aurinkopaneeli	http://bit.ly/1v6XQez	Jarmo Heimo	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/603903189727291/
70	Aurinkoenergia työllistää	http://greenpeace-blogs.org/2014/07/10/us-senator-claims-us-jobs-solar-coal-hes-right/	Juha Krapinoja	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/677629512354658/
70	Kankaalla kineettistä ja aurinkoenergiaa	http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/renewables/walk-around-in-the-sun-to-power-your-phone-with-this-cloth	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1040968892687383/
70	PV-pinnalle grafeenia	http://aabgu.org/bgu-makes-significant-advance-in-graphene-generation/	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/802895446494730/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
70	Suomalaista aurinkokennoteknologiaa	http://www.aalto.fi/fi/current/news/2015-05-18-002/	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/768920706558871/
70	CdTe-aurikokennot kehittyvät	http://www.nature.com/articles/nenergy201615	Petri Sirviö	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/908247042626236/
70	Varaava aurinkopaneeli (akku-aurinkokennohybridi)	http://www.sciencedaily.com/releases/2014/10/141003064336.htm	Jarmo Heimo	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/644849972299279/
70	Öljyinvestointi vs. PV	http://www.impact-lab.net/2014/09/18/100b-invested-in-wind-or-solar-will-produce-more-energy-than-oil/	Harri Vartiai-nen	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/636811079769835/
70	PV taivaalle ja mikroaalloilla maahan	http://www.wired.com/danger-room/2014/03/space-solar/	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/537773499673594/
70	Mag. nanopartikkelit PV-kalvoissa	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/green-tech/solar/magnetic-nanoparticles-boost-polymer-solar-cells	Kari Vah-tiala	1	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/729817877135821/
70	Aurinkoenergiakeskustelu		Risto Linturi	1	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/501936703257274/
70	Aurinkopanelikattotiilet	http://awareness-time.com/award-winning-design-glass-roof-tiles-cap-ture-solar-energy-to-heat-your-home-during-winter/	Petja Jäppi-nen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/724990674285208/
70	Rullalle tulostettavat aurinkopaneelit	https://www.youtube.com/watch?v=5evOle4lvP8	Kari Vah-tiala	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/708471525937123/
70	Aurinkopaneelitie	http://www.wired.com/2014/05/solar-road/	Jussi Tunk-kari	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/565180713599539/
70	Aurinkopaneelitie	https://www.facebook.com/pakscienceclub/videos/10152510729393518/	Juha Wiskari	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/750688825048726/
70	Läpinäkyvä aurinkopaneeli	http://www.offgrid-quest.com/extra/a-fully-transparent-solar-cell-that-coul	Lasse Lu-miaho	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/792318567552418/
70	Perovskiitti PV-kalvo	http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/solar/new-trick-promises-perovskite-solar-films-for-windows-and-walls	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/738548006262808/
70	Ohuet aurinkokennot, lu-paava tekniikka	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-07/anu-st072015.php	Kari Vah-tiala	-2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/800725406711734/
70	Aurinkokennotien kokeilu	http://www.al-jazeera.com/news/2015/05/150510092535171.html	Harri Vartiai-nen	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/765333480250927/
70	Joustavaa elektroniikkaa	http://phys.org/news/2015-09-scientists-approach-quest-solar-panels.html	Kari Alanne	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/828353483948926/
70	Kvanttipisteistä PV-ikkunoita	http://www.iflscience.com/technology/quantum-dot-technology-could-lead-solar-panel-windows	Arvo Kukko	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/permalink/553227941461483/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
70	Kattotiiliaurinkopaneeli	http://inhabitat.com/heat-your-home-with-soltech-energys-beautiful-glass-roof-tiles/	Tero Puranen	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/818059344978340/
70	Aurinkovoima Suomessa 2050	http://yle.fi/uutiset/tutkijaryhma_lyo_laskelmat_potyaan_suomeen_rakennettava_yli_100_000_aurinkovoimaa_2050_mennessa/8053034	Risto Linturi	-2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/779422138842061/
70	Perovskiitti PV	http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/solar/cheap-solar-cells-offer-hydrogen-hope	Risto Linturi	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/640387936078816/
70	Aurinkopaneelien ennätys 34.5%	http://etn.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=4480	Teo Pelho	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/963516130432660/
70	PV-ennäys piikennoilla	http://yle.fi/uutiset/suomalainen_aurinkokenno_teki_maailmanennatyksen_markkinoille_vuosien_matka/8127155	Harri Vartiainen	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/811141669003441/
70	Perovskitiin vakausongelma ratkeamassa	http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/solar/stable-perovskite-cell-boosts-solar-power	Risto Linturi	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878663528917921/
70	Aurinkopaneeli ingetrouit peltikatteeseen (Virte)	http://www.virtesolar.fi/	Mikael Kallavuo	-3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/895899363861004/
70	Perovskitiikennon stabiiliisuus parantunut	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/bu-fac042516.php	Kaari Vahiala	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/946235678827372/
70	Rectenna: Valosta sähköä	http://www.kurzweilai.net/first-optical-rectenna-converts-light-to-dc-current	Pekka Neva	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834194356698172/
70	40% aurinkokenno yliopisto/yritysyhteistyönä	http://www.businessinsider.com.au/australian-solar-energy-researchers-have-found-away-to-get-40-efficiency-for-converting-sunlight-into-electricity-2014-12	Harri Vartiainen	-4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/679907332126876/
70	Vakaa, tehokas perovskitiiaurinkokenno	http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/solar/stable-perovskite-cell-boosts-solar-power	Risto Linturi	-5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878663528917921/
71	Vanadiumdioksidi johtaa sähköä, ei lämpöä	http://newscenter.lbl.gov/2017/01/26/electricity-not-heat-flows-in-vanadium-dioxide/	Anni Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1172641382853466/
71	200MW-Energian varastointia kylmään	http://www.bbc.com/news/science-environment-37902773	Kari Sipilä	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1131340380316900/
71	IBM 80% aurinkoenergiakeräin	http://www.theguardian.com/environment/2014/sep/28/solar-energy-sunflower-ibm-airlight-electricity	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/641765135941096/
71	Spin Seebeck-efektillä hukkalämpö talteen	https://www.rdmag.com/article/2017/01/device-converts-heat-electricity	Risto Linturi	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1172641382853466/
71	Lämpöenergialla ladattava sähköakku Linköping	http://phys.org/news/2016-03-supercondenser-sun.html	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/920017394782534/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
71	Lämmön talteenotto AHOOD	http://koti.ts.fi/rakenna/aktiivi-vaippa-nappaa-ilmaislammontalteen	Martti Kallinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/855798567871084/
71	Aurinkolämmön varastointi faasimuunnos	http://www.google.com/patents/US8231804	Esa Turtiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751550861629189/
71	Hiekka aurinkolämmön varastona	https://news.masdar.ac.ae/explore-news/stories-by-type/transformation/item/8888-masdar-institute-research-successfully-proves-uae-desert-sand-can-store-solar-energy-up-to-1000-c.html	Tuomas Silta	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1174272729356998/
71	IBM Sunflower etenee, yhdistetty hyötysuhde 75%	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X17304942	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465285486922386/
71	Solixi energian lämpövarasto	http://www.solixi.com/index.cfm?sivu=176	Jyri Jaakkola	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/859930504124557/
71	Aurinkolämpö Polarsol	http://www.polarsol.com/	Ilkka Kakko	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/763419560442319/
71	Maalämpöä syvältä (ST1)	https://www.facebook.com/st1suomi/videos/1122831784394302/?fref=nf	Tero Kauppinen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/866902050094069/
71	Kaukolämmön talteenotto	http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/suomalaisyrittys-kehitti-mul-listavan-kaukolampoputken-siirron-hyotysuhde-100-prosenttiin-6064861	Kari Vahiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/853915394726068/
71	Geoterminen voimala Espoossa	http://yle.fi/uutiset/espooassa_ale-taan_nostaa_kaukolam-poa_maasta__120_as-teista_vetta_kilometrien_syvy-desta/7657222	Harri Vartiainen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/675458432571766/
72	MIT: Flow-akun kustannus \$20-30 / kWh, kesto nyt 1500h	https://newatlas.com/air-breathing-battery/51720/	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1432580840192851/
72	EOS toimituksiin, hinta v. 2022 laskee \$95/kWh, nyt \$160	http://www.businesswire.com/news/home/20170418005284/en/Eos-Energy-Storage-Orders-95kWh-Eos-Aurora%2C%AE	Risto Linturi	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1344503522333917/
72	Akkutehon vuosilisäys monikymmenkertaisuut v2026	https://cleantech-nica.com/2017/07/24/global-annual-utility-scale-distributed-energy-storage-capacity-additions-exceed-50-gw-2026/	Risto Linturi	5	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1357842704333332/
72	Pumppuvoimala-pilotti merenpohjaan, kilpailukykyinen	http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/09/storing-energy-in-the-sea-a-new-design-for-marine-energy-storage.html	Jarmo Perttula	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1141058562678415/
72	Halvat akkumateriaalit: alumiini, urea, grafiitti, 100% Faradaytehokkuus	http://news.stanford.edu/2017/02/07/stanford-engineers-create-low-cost-battery-storing-renewable-energy/	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1347161452068124/
72	Natrium-magnesiumakku luopavia koetuloksi	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.chemmater.5b03531?journalCode=cmate&	Arvo Kukko	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/854113521372922/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
72	Tuulivoimalan mastossa pumppuvoimala	http://qz.com/823054/germany-wind-turbine-hydroelectric-batteries/	Harri Vartiainen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1084701401647465/
72	Pitkäikäinen, 99% FaradayHS, Flow-akku	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acscenergylett.7b00019	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1190034274447510/
72	Ruotsi aikoo tukea kotien energiavarastoja	http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/10/sweden-set-to-launch-residential-energy-storage-scheme.html	Pekka Neva	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/842600162524258/
72	Tesla: 129MWh Li-akusto Australiaan 100pvssä	https://www.theguardian.com/australia-news/2017/jul/07/tesla-to-build-worlds-biggest-lithium-ion-battery-in-south-australia	Pekko Vehviläinen	3	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1341401119310824/
72	Akkuteknologian (Grid) kehitystilanne ArpaE	http://www.sandia.gov/ess/docs/events_news/2nd_12_projects_9-17-10.pdf	Juha-Matti Liukkonen, Jarmo Salmela	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/909302392520701/
72	Alphabet - termoenergiasuola-akku	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-31/alphabet-wants-to-fix-renewable-energy-s-storage-problem-with-salt?utm_content=tech&utm_campaign=social-flow-organic&utm_source=twitter&utm_medium=social&cmpid%3D=socialflow-twitter-tech	Rami Niemi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1364509753666627/
72	Flow-akku edullisista materiaaleista	http://jes.ecsdl.org/content/161/9/A1371.full?sid=e4be8ba7-839f-4669-9a85-5b9c42d73289	Toke Lahti	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/652569251527351/
72	Tuulivoimalan 85% paineilmaenergiavarasto testiin	http://www.offshorewind.biz/2016/11/14/german-researchers-start-testing-offshore-wind-energy-storage-system/	Jarmo Perttula	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1141055009345437/
72	Teslan Gigafactory 5MRD\$	https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-07-26/tesla-opens-gigafactory-to-expand-battery-production-sales	Harri Vartiainen	3	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/528498047267806/
72	Alumiiniakku kestää 7.500 latauskertaa	https://energy.stanford.edu/news/aluminum-battery-stanford-offers-safe-alternative-conventional-batteries	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/749450965172512/
72	Energian varastointikulut 70% alas 2030 mennessä	https://www.worldenergy.org/publications/2016/e-storage-shifting-from-cost-to-value-2016/	Pekka Neva	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/888171271300480/
72	Energiavarastojen markkinaennuste	http://cleantech-nica.com/2014/06/09/solar-energy-storage-system-market-germany-approaching-boom/	Risto Linturi	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/580636028720674/
72	5000 latausta sinkkimanganioksidia kulle, 285Ah/kg	http://www.pnnl.gov/news-release.aspx?id=4269	Harri Vartiainen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/963467040437569/
72	Sähköautojen akuilla jatkomarkkina	https://ark-invest.com/research/ev-batteries-value	Petteri Hietavirta	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1229733300477607/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
72	Kooste energiavarastoista	http://energystorage.org/system/files/resources/2014storageplanassessment-recs-for-doe-sep2014.pdf	Tero Kauppi-nen	2	2	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/681842951933314/
72	Halpa akkumateriaali kissan-kulta, natrium, magnesium	http://www.gizmag.com/fools-gold-replace-lithium-batteries/40404/	Pekka Pasa-nen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/854978051286469/
72	Sokeripariston energiatiheys paranee	http://phys.org/news/2014-01-energy-dense-sugar-battery.html	Harri Vartiai-nen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/508890312561913/
72	Flow-akku kotiin turvallisista materiaaleista	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-09/hu-gsf091715.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/832984743485800/
72	Aquion suolavesiakku kotitalouksiin	http://www.aquion-energy.com/grid-scale-batteries	Pekka Neva	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/83337666779941/
72	Sulametalliakku kehitteillä Norjassa, natrium-sinkki	http://www.eenew-seurope.com/news/new-liquid-metal-battery-may-solve-renewable-energy-storage-problem-0	Seppo Nikkilä	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1309255895858680/
72	Flow-akku 240eur/kWh	https://cleantech-nica.com/2014/12/01/us-navy-pushes-solar-energy-storage-solu-tion/	Risto Linturi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/678144028969873/
72	Metallijauheita polttoaineiksi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-12/mu-cmp120915.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/863508380433436/
72	Energian varastointi maaperäsynterisiin	http://www.heindl-energy.com/hydraulic-rock-storage/overview.html	Toke Lahti	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/888895501228057/
72	Merenalainen energiavara-sto (paine)	http://www.greentechme-dia.com/articles/read/fraunhofer-races-hydrostor-for-underwater-storage	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1029135997204006/
72	Energiavaraston takaisin-maksu USAssa 5 vuotta	http://www.greentechme-dia.com/articles/read/battery-storage-pays-back-in-less-than-five-years-sc-finds	Harri Vartiai-nen	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/766632703454338/
72	Flux-kondensaattori 2Wh/kg nanopinnoilla	http://advances.science-mag.org/content/advan-ces/1/9/e1500605.full.pdf	Harri Vartiai-nen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/845087472275527/
72	Merenalainen energiavara-sto paineilmaa	http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/78934	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/640959802688296/
72	Teslan kiinteistöakku	http://thenextweb.com/gadgets/2015/05/01/elontricity/	Sami Nie-melä, Ari La-namäki	-2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/761705180613757/
72	Energian sulasuolavarastointi	http://spectrum.ieee.org/green-tech/solar/a-tower-of-molten-salt-will-deliver-solar-power-after-sun-set	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/843698025747805/
72	EOS pääomittaa akkutuotantoaan	http://www.greentechme-dia.com/articles/read/eos-energy-storage-is-raising-23m-to-scale-up-zinc-based-grid-battery-produ	Risto Linturi	-2	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaa-lit/perma-link/1072871449497127/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
72	EOS Aurora 160\$/kWh	http://cleantech-nica.com/2015/01/29/eos-energy-storages-aurora-battery-system-commercially-available-2016-160kwh/	Risto Linturi	-4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/71282935501340/
73	Li-ilma-akku toimii pienellä heikkenemisellä ja häviöllä	http://www.nature.com/articles/nenergy2016111	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1194996630617941/
73	Grafeenilla Li-akun kapasiteetti 500Wh/kg, 98%/400	https://arstechnica.com/science/2017/07/lithium-graphene-foil-makes-for-a-great-battery-electrode/	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1347287888722147/
73	Vesipitoinen Li-akku, 10 tuhatta sykliä, 2min latausaika	https://phys.org/news/2017-12-road-fast-stable-batteries.html	Matti Aarnio	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1494270490690552/
73	Nopeasti ja usein ladattava akku 200.000 latausta	http://www.techtimes.com/articles/152383/20160422/nanowire-based-battery-with-off-the-charts-charging-power-is-this-the-future-of-electronics.htm	Jarmo Tiainen, Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/943005549150385/
73	Nopeasti latautuva akku, runsas rahoitus, Samsung, Storedot	http://www.bbc.com/news/technology-30708945	Harri Vartiainen	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/701991466585129/
73	Halvat, tehokkaat natriumakut testiin, Broadbit	http://www.broadbit.com/	Pekka Neva	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835176413266633/
73	Storedot-akkuun 300 mailin lataus 5 minuutissa	https://www.engadget.com/2017/05/12/storedot-ev-battery-demo/	Risto Linturi	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1374510855999850/
73	Li-happiakun ongelmia ratkaistu	http://news.mit.edu/2016/new-lithium-oxygen-battery-greatly-improves-energy-efficiency-longevity-0725	Teo Pelho	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1002721733178766/
73	Toshiban SCiB -akku latautuu minuuteissa, kestää pakkasta	http://www.scib.jp/en/about/index.htm	Aki Aironmaa	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1430444240406511/
73	Rice: Asfaltti-Li-metalliakku huippuarvoilla 500 sykliä	http://news.rice.edu/2017/10/02/asphalt-helps-lithium-batteries-charge-faster-2/	Osma Ahvenlampi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1432701623514106/
73	Litium-metalli -akut kaupallistumassa	https://techxplore.com/news/2016-08-lithium-metal-batteries-smartphones-drones.html	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1019708551480084/
73	Litium-ilma-akku kehitteillä	http://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/an-electric-car-battery-that-will-get-you-from-paris-to-brussels-and-back	Aino Tuominen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/906707259446881/
73	Nopea, edullinen alumiiniakku, 7500 latauskertaa	http://www.nature.com/nature/journal/v520/n7547/abs/nature14340.html	Pekka Neva, Pekka Pasanen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/924047977712809/
73	Li-titanaattihydridiakku nopea, stabiili, 10.000 sykliä	https://www.nature.com/articles/s41467-017-00574-9	Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1541794459271488/
73	Broadbit-natriumakuilla vahva Suomi-kytkentä	http://www.insinoori-lehti.fi/natriumakut-valtaavats%C3%A4hk%C3%B6py%C3%B6r%C3%A4t	Toke Lahti	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835176413266633/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
73	Bill Joy'n polymeeriakulla 400 latauskertaa, 3v tuotantoon	https://www.wired.com/story/bill-joy-finds-the-jesus-battery/?mbid=social_fb	Tero Kauppi-nen	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1381341791983423/
73	Litium-rikkiakussa suuri energiatheys, kehitys aktiivista	http://www.extremetech.com/extreme/200255-glass-coated-sulfur-particles-could-improve-battery-life-1000-percent	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/729011143883161/
73	Daimlerin rahoitus pikaladattaville Storedot-akuille	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-09-14/daimler-trucks-backs-storedot-fast-charging-battery-startup	Tero Kauppi-nen	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1406437936140475/
73	Luvassa 54\$/kWh, 1000Wh/kg polymeeriakku (Biosolar)	http://cleantech-nica.com/2016/02/26/new-energy-storage-solution-could-hit-magic-54-mark/	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/905646879552919/
73	LIG prosessilla muovista superkondensaattori	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/semiconductors/materials/laser-induced-graphene-looks-to-displace-batteries-with-supercapacitors	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/861254997325441/
73	Samsung: minuuteissa ladattava LI -akku grafeenipalloilla	https://www.nature.com/articles/s41467-017-01823-7	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1478315462286055/
73	Hampusta superkondensaattori 12Wh/kg helposti	http://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2014/august/could-hemp-nanosheets-topple-graphene-for-making-the-ideal-supercapacitor.html	Marita Kaat-rala	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/617509298366680/
73	Pitkäkestoiset kiinteät akut	http://www.kurzweilai.net/rechargeable-batteries-with-almost-indefinite-lifetimes-coming-says-samsung-engineers	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/817106088406999/
73	Matkalaturi grafeenikondensaattorista Zap&Go	http://androidcommunity.com/zapgo-graphene-supercapacitor-charger-charges-in-five-minutes-20141111/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/666411490143127/
73	Sellusta superkondensaattoreita	http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=49290	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/547895975328013/
73	Grafeenisuperkondensaattori	http://www.extremetech.com/computing/163071-graphene-supercapacitors-created-with-traditional-paper-making-process-rivals-lead-acid-battery-capacity	Antti Halonen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/452140991570179/
73	Braga&Goodenough'n tehokasta tutkimusjulkaisu	https://news.ute-xas.edu/2017/02/28/goodenough-introduces-new-battery-technology	Tatu Lund	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1206605816123689/
73	Tesla tuplaannut akkujen eliniän	https://electrek.co/2017/05/09/tesla-battery-lifetime-double/	Harri Vartiainen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1280484275402509/
73	Bosch lupaa edullisen 400Wh/kg akun 2020 mennessä	http://nextbigfuture.com/2015/09/bosch-claims-they-will-commercialize.html	Pekka Neva	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832038970247044/
73	Hiilinanoputkisuperkondensaattori	http://cleantech-nica.com/2014/05/12/new-graphene-carbon-nanotube-supercapacitor/	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/566755226775421/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
73	Nopeasti ladattava akku laajenevilla rakeilla	http://www.msn.com/en-us/news/it-insider/an-mit-battery-breakthrough-could-charge-your-smartphone-in-6-minutes/ar-BB1GwuY?ocid=wispr	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/811798658937742/
73	Li-akkujen päästöjä analysoitu Ruotsissa	http://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2017-05-29-ny-rapport-belyser-klimatpaverkan-fran-produktionen-av-elbilsbatterier.html	Tero Kauppiainen	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1419070214877247/
73	Grafeeni-rikki-litium-akku-materiaalin valmistustekniikka kehitetty	https://techxplore.com/news/2017-12-graphene-lithium-sulfur-batteries.html	Matti Aarnio	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1498406046943663/
73	Pitkäikäinen kokeellinen paristo (400vuotta)	http://www.myamazingearth.com/2016/09/student-accidentally-creates.html	Sebastian Mäki	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1048115188639420/
73	Selluloosasta superkondensaattoreita	http://www.sciencedaily.com/releases/2015/12/151203111337.htm	Marko Mikael Tenkanen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/860521894065418/
73	Li-akku pitää itsensä lämpimänä pakkasessa	http://www.gizmag.com/all-climate-lithium-battery/41429/	Jarmo Martela	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/885330458251228/
73	Nano-sandwich-materiaali	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-08/du-de081415.php	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/812491632201778/
73	Pehmeitä pattereita sellusta	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/krio-tas060215.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/777071225743819/
73	Tehokas natriumakku	http://www.broadbit.com/	Pekka Neva	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835176413266633/
73	Na-akkuja kehitetään	http://phys.org/news/2015-09-cathode-material-possibilities-sodium-ion-batteries.html	Pekka Neva	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832443526873255/
73	Grafeenista superkondensaattori	http://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/3d-hybrid-supercapacitor-made-with-graphene	Kari Vah-tiala	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/742632185854390/
73	Litium-ilma-akku kehitteillä, teoreettinen kapasiteetti suuri	http://phys.org/news/2015-10-path-ultimate-battery.html - jCp	Pekka Neva	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/846450285472579/
73	Superkondensaattoreita grafeenista	http://www.iflscience.com/technology/graphene-based-supercapacitors-could-eliminate-batteries-electric-cars-within-5-years	Micco Juvo-nen	-3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/667237250060551/
73	Samsung Li-akku 50%-80% paremmaksi	http://www.neo-win.net/news/samsung-doubles-lithium-battery-capacity-with-graphene-and-silicon	Harri Vartiainen	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/788995721218036/
73	Litiumakkuun suurempi energiatiheys	http://www.technologyreview.com/news/533541/a-prototype-battery-could-double-the-range-of-electric-cars/	Tatu Lund	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/694232324027710/
74	Keskitetty aurinko ja nikkeli-katalyytti, 22% vedyksi	http://www.techtimes.com/articles/77142/20150818/this-artificial-leaf-could-be-humanitys-lifeline-when-fossil-fuels-are-out.htm	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/814860075298267/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
74	LIG-grafeeni halkaisee veden, vety ja happi eri pinnoille	https://phys.org/news/2017-08-lab-dual-surface-graphene-electrode-hydrogen.html	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1367908259993443/
74	Auringonvalosta isobutanolia 10% hyötysuhteella	http://news.harvard.edu/gazette/story/2016/06/bionic-leaf-turns-sunlight-into-liquid-fuel/	Risto Linturi	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/971005169683756/
74	MOF sinisellä valolla CO ₂ ->polttonesteiksi (formate yms.)	https://phys.org/news/2017-04-scientist-trigger-artificial-photosynthesis-air.html	Vilho Ahola	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1263357543781849/
74	Vetyä auringonvalosta 14%, kesto 40h, tavoite 1000h	http://phys.org/news/2015-09-efficiency-solar-hydrogen-production-percent.html	Pekka Neva	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/816559255128349/
74	Vetyä ilmasta grafeenilla	http://phys.org/news/2014-11-protons-fuel-graphene-prospects.html	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/674313202686289/
74	Kyberbakteerilla auringosta etikkahappoa 80% hyötysuhteella	https://phys.org/news/2017-08-cyborg-bacteria-outperform-sunlight-compounds.html	Leo Kärkäinen	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1384333051684297/
74	Vetyä näkyvästä valosta (65% quantum efficiency)	http://www.kurzweilai.net/making-hydrogen-fuel-from-water-and-visible-light-at-100-times-higher-efficiency	Pekka Neva	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/816559255128349/
74	Dieseliä vedestä ja hiilidioksidista Audin koelaitoksessa	http://www.sciencealert.com/audi-have-successfully-made-diesel-fuel-from-air-and-water	Jarmo Martela	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/759718380812437/
74	CO ₂ &H ₂ O auringonvalolla ja lämmöllä polttonesteiksi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-02/uota-pop022216.php	Kari Vah-tiala	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/902733129844294/
74	Soletair koelaitos demonstroitu	https://yle.fi/uutiset/3-9652845	Tapio Rinne	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1310245332426403/
74	Soletair: polttonestettä auringosta ja CO ₂ :sta siirrettävällä laitteella	http://newatlas.com/carbon-dioxide-fuel-pilot-plant-finland-kit-ineratec/46362/	Tatu Lund	3	5	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1094567033994235/
74	Biometanoinnilla vety + CO ₂ metaaniksi biokaasulaitoksessa	http://www.biotalous.fi/qvidja-kraftin-biometanointi-mullistaa-bioenergian-tehokkuuden-ja-varastoinnin/	Tarja Ollas	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1219167974867473/
74	Tehokas, kestävä katalyytti vedyn erottamiseksi vedestä	http://www.pnas.org.ezproxy.grifols.com/content/114/22/5607.full	Harri Vartiainen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1287868791330724/
74	Skaalattavan keinoitekoisen lehden 3.9% prototyyppi	http://www.nature.com/ncomms/2016/160907/ncomms12681/full/ncomms12681.html	Pekka Neva	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1041021712682101/
74	Valolla tyypikaasusta ammoniakia	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/drel-ndl042616.php	Kari Vah-tiala	3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/946205258830414/
74	Vetyä 1.55V massatuotettavalla kolmikerroskalvolla	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221128551730441X	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1360746170709652/
74	Kasvien CO ₂ ->sokeriprosessiin 25% parannus	http://www.popularmechanics.com/science/energy/a23938/fix-carbon-dioxide-useful-products/	Mika Mela	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1105214369596168/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
74	Valolla CO ₂ -> CO, nanokatalyytti 100h käyttöaika	https://www.sciencedaily.com/releases/2016/07/160730154602.htm	Tapani Pöykkö	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1007040882746851/
74	CO ₂ ruokasoodaksi tehokkaasti	https://qz.com/878674/two-indian-engineers-have-dramatically-reduced-the-cost-of-capturing-carbon-dioxide-emissions/	Pekka Neva, Tatu Lund	3	6	Prod	https://www.theguardian.com/environment/2017/jan/03/indian-firm-carbon-capture-breakthrough-carbonclean
74	CO ₂ -> etikka, muura-haishappo - nikkeli&hiilikatalyytillä	http://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700921.full	Juha Ekberg	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1362420857208850/
74	Nikkeli-rauta-akku tuottaa vetyä ylläpidossa	http://www.energyharvestingjournal.com/articles/10431/electricity-storage-and-hydrogen-production-in-a-single-system	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1167421260042145/
74	Yli 80% hyötysuhteella vetyä vedestä	http://news.stanford.edu/news/2015/june/water-splitter-catalyst-062315.html	Tapio Rinne	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/874148549369419/
74	62% CO ₂ -> etanoliksi nanokatalyyteillä	https://phys.org/news/2016-10-nano-spike-catalysts-carbon-dioxide-ethanol.html	Mika Mela	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1066214410162831/
74	Tehokas rautanikkeli-katalyytti vedyn tuotantoon	https://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180201141512.htm	Matti Aarnio	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1552453424872258/
74	E.coli tuottamaan propaania	http://www.utu.fi/fi/Ajankoh-taista/Uutiset/Sivut/Mikrobit-saatiin-tuottamaan-propaania.aspx	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/711564965627779/
74	Metaania sähköstä 50%	http://www.rdmag.com/news/2015/08/milestone-achieved-hybrid-artificial-photosynthesis	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/817603348357273/
74	Ruhteniumilla infrapuna vapauttaa vetyä vedestä	https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171117103742.htm	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1467909863326615/
74	Keinotekoinen fotosynteesimolekyyli	http://www.sciencealert.com/new-research-has-made-synthetic-photosynthesis-possible	Jani Ehro	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1313126825471587/
74	Synteettistä propaania	http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/suomalaistutkijat-kehittavat-uusiutuvaa-propaania/4383382	Tatu Lund	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/645801528870790/
74	Keinotekoinen lehti, tavoite 10% hyötysuhde	http://www.rdmag.com/article/2017/01/new-efficient-way-generate-hydrogen	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1041021712682101/
74	MOF-katalyytillä CO ₂ meta-nointi	http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/ta/c7ta00958e	Seppo Nikkilä, Mikko Mononen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1332424950208441/
74	Aurinkoenergia biomassan pilkkomisessa	http://www.sci-news.com/biology/reverse-photosynthesis-process-03759.html	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/948589265258680/
74	Etanolia CO ₂ sta huoneenlämmössä, 57% Faraday-tehokkuus	http://news.stanford.edu/news/2014/april/ethanol-without-plants-040914.html	Lassi Val-kama	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/548971325220478/
74	Dieseliä ilmasta - koelaitos, perinteinen F-T -metodi	http://www.bbc.com/news/business-34064072	Ari Lannamäki	2	4	Sci	http://www.bbc.com/news/business-34064072

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
74	Vetyperoksidia merestä polt-tokennoin 0,3% hyötysuhde	http://phys.org/news/2016-05-electricity-seawater-method-efficiently-hydrogen.html	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/960456694071937/
74	Levästä sähkönlähde	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/wsmpp100215.php	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/835883633195911/
74	Metaanista metanolia mangaanikatalyytillä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/uosdhto012816.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890585984392342/
74	CO ₂ ->muurahaishappoa kulumattomalla iridiumkatalyytillä	https://phys.org/news/2016-06-chemists-greenhouse-gas-hydrogen-fuel.html	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878780502239557/
74	Nopea vedyntuotanto biojätteistä pienlaitoksessa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-04/vt-dbv040215.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751456561638619/
74	UV-valolla + rhodiumilla CO ₂ metaaniksi	https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/13671/ncomms14542.pdf?sequence=1	Kari Vah-tiala, Arvo Kukko, Pekka Neva	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1200917603359177/
74	E.coli tuottaa propaania (Suomi) ym.	http://www.utu.fi/fi/Ajankoh-taista/Uutiset/Sivut/Mikrobit-saatiin-tuottamaan-propaania.aspx	Kari Vah-tiala, Pekka Neva	-2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/711564965627779/
74	GMO E-coli tuottaa propaania	http://www.theguardian.com/environment/2014/sep/02/propane-renewable-sources-ecoli-genes	Harri Vartiainen	-2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/625973684186908/
74	Vedyntuotannon halpa katalyytti	http://nextbigfuture.com/2015/09/carbon-fiber-with-molybdenum-disulfide.html	Pekka Neva	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833689920081949/
74	Lentokonepolttoainetta sähköllä merivedestä	http://www.hindustanimes.com/world-news/us-navy-plane-flies-on-sea-water/article1-1206789.aspx	Jari Kotola	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/550604835057127/
74	Vedyn tuotanto molybdeenisulf (Rice)		Jarmo Heimo	-3	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/662865683831041/
74	Halpa vedyn elektrolyysi	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/green-tech/fuel-cells/nanoscale-material-enables-cheap-emission-free-hydrogen-production	Kari Vah-tiala	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/737095699741372/
74	1.5V vetyä 82% edullisella katalyytillä	http://www.geek.com/science/stanford-discovers-cheap-way-to-produce-hydrogen-247-1626195/	Jouni Kari	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/788952451222363/
74	Biopolttoaineita auringonvalolla	http://areena.yle.fi/1-3361013	Matti Pyhtiälä	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/954039188047021/
74	Soletair - synteettiset hiilivedyt CO ₂ -auringosta	http://www.vttresearch.com/img/Media/News/2017/soletair-process-overview.jpg	Risto Linturi, Pekka Neva	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/915519228565684/
74	Vedyntuotanto	http://www.kurzweilai.net/making-hydrogen-fuel-from-water-and-visible-light-at-100-times-higher-efficiency	Pekka Neva	-4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/816559255128349/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
74	Keinotekoinen fotosynteesi 18-20% hyötysuhde	http://phys.org/news/2015-10-ten-fold-efficiency-carbon-dioxide-fuel.html	Pekka Neva	-4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845557595561848/
75	GE:Polttokennot 95% S+L, luonnonkaasusta 65% sähköksi	http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/fuel-cells/ge-claims-fuel-cell-breakthrough-starts-pilot-production	Risto Linturi	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/815757875208487/
75	5000 polttokennopatenttia vapaaksi (Toyota)	http://www.geekwire.com/2015/toyota-gives-away-patents-build-game-changing-car-future/	Harri Vartiainen	4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/700644416719834/
75	Pienet polttokennot, 25kW 1m3 luonnonkaasukonno	http://www.redoxpowersystems.com/products/	Kari Vah-tiala	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/708905162560426/
75	Kotitalouden polttokennon hyötysuhde yli 80% lämpö+sähkö	https://www.viessmann.co.uk/en/residential-buildings/combined-heat-and-power-generation/micro-chp-unit-based-on-a-fuel-cell/vito-valor-300p.html	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/883331365117804/
75	Polttokennokatsaus IEA vuoteen 2050	https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapHydrogenandFuelCells.pdf	Pekka Neva	4	6	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832652090185732/
75	Off Grid-talo PV->vety->polttokenno	http://inhabitat.com/worlds-first-solar-powered-hydrogen-development-takes-homes-100-off-grid/	Arto Kyyhkynen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1330045330446403/
75	Nikkeli korvaa platinan polttokennoissa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-01/uod-fca011416.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/883085521809055/
75	Vetypolttokennoyrittäjä Ruotsissa	http://www.powercell.se/	Pekka Neva	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/816559255128349/
75	Älykkääseen microgridiin polttokenno Marjamäessä	http://www.decentralized-energy.com/articles/2018/02/fuel-cell-chp-planned-for-finnish-district-energy-smart-grid.html	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1555747104542890/
75	Micro-CHP-polttokennojen feasibility-laskelma	http://enfield.eu/wp-content/uploads/2017/12/LCC_modeling_report_Public-Summary-ene.field_.pdf	Risto Linturi	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1555747104542890/
75	Mikrobipolttokenno, taustoitus	https://en.wikipedia.org/wiki/Microbial_fuel_cell	Pekko Vehviläinen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/732807203503555/
75	Mikrobi-sokeripolttokenno, E.Coli ym.	http://www.businessinsider.com/chinese-students-sugar-powered-battery-microbial-fuel-cell-2015-11?utm_content=bufferdca3&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer&fref=gc&r=US&IR=T&IR=T	Tuomas Santakallio	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/855849681199306/
75	Enertwin-mikroturbiini CHP 3kW sähkö +15kW lämpö	http://www.enertwin.com/	Osma Ahvenlampi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1555747104542890/
75	Capstone-turbiini, micro-CHP 90% yhdistetty sähkö+lämpö	https://www.capstoneturbine.com/products/c30	Rami Niemi	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1555747104542890/
75	Katsaus polttokennojen kehitykseen	https://www.greentechmedia.com/articles/read/fuel-cells-in-2017-are-where-solar-was-in-2002	Risto Linturi	2	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1555747104542890/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
75	Biomassan poltto ilman päästöjä	http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-kehitt%C3%A4%C3%A4-biomassan-polttoteknologiaa-%E2%80%93-tavoitteena-negatiiviset-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t	Tarja Ollas	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1063786197072319/
75	Metaanista sähköä arkkibakteereilla	http://phys.org/news/2015-10-microorganisms-sea-power-nanowire-cables.html	Pekka Neva	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/843697422414532/
75	Polttokenno (kaupallinen), yritysesimerkki	http://www.powercell.se/products/fuel-cell/	Pekka Neva	1	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/816559255128349/
75	Toyota avaa polttokennotentteja	http://www.geekwire.com/2015/toyota-gives-away-patents-build-game-changing-car-future/	Kalle Varvikko	-4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/709110569206552/
76	Vedyn varastointi ammoniakkiin ja käyttö autossa	http://phys.org/news/2014-06-hydrogen-breakthrough-game-changer-future-car.html	Ilkka Pirttimaa	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/604089699708640/
76	Vedyn varastointi bentseenin auringonvalolla	http://phys.org/news/2015-06-simple-hydrogen-storage-solution-powered.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891633647620909/
76	Vedyn tiheä varastointi 200bar säiliössä	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-12/fsu-fpd120116.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1120363198081285/
76	Vedyn varastointi tolueeniin	https://www.chiy-odacorp.com/en/media/2013/post-77.html	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/709638262487116/
76	Nanohiilistä vetyvarasto 12% painosta huoneenlämmössä	http://spectrum.ieee.org/nano-clast/green-tech/fuel-cells/graphene-nanotube-combo-exceeds-benchmarks-for-hydrogen-storage-in-fuel-cells	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1079685022149103/
77	Off Grid -asuminen -Ecocapsule	http://www.huffingtonpost.com/2015/05/26/tiny-house_n_7443744.html	Pekko Vehviläinen	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/775637509220524/
77	Kiinalainen Off-Grid-puukaupunki	https://futurism.com/china-has-officially-started-construction-on-the-worlds-first-forest-city/	Petri Sirviö	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1331248476992755/
77	Merelle suunniteltu "Off Grid" -asumus	https://electrek.co/2017/11/10/solar-and-battery-technology-power-a-novel-hurricane-resistant-floating-electric-house-boat/	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1475623982555203/
77	Off-Grid-päätös oikeudessa (kaukolämpö)	http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/onko-kaupungin-kaukolampoa-pakko-kayttaa-khoratkaisi-riidan-porvoalaispariskunnan-hyvaksi-6648788	Jani Ehro	2	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1285622854888651/
77	Paikallinen sähköverkko ratkaisuna Australiassa	http://cleantech-nica.com/2015/10/14/the-future-of-energy-in-australia-may-be-renewable-micro-grids/	Pekka Neva	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/842600162524258/
78	Nanosäik/anaerobakteerit CO ₂ +H ₂ O+aurinko ->räätälöityjä hiilivetyjä	http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.nanolett.5b01254?journalCode=nalefd	Kari Vah-tiala	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/754265001357775/
78	Nanohiiliä ilman CO ₂ :sta -menetelmä kehittyä	https://phys.org/news/2016-06-power-co2-emissions-carbon-nanotubes.html	Risto Linturi	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/979507165500223/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
78	CO2 muurahaishapoksi tehokkaasti ohuella nanopinnalla	http://www.sciencealert.com/new-material-converts-co2-into-clean-fuel-with-unprecedented-efficiency	Pekka Neva, Juha Viitala	5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878780502239557/
78	CO2-pitoisuus haittaa ajattelua merkittävästi	https://thinkprogress.org/exclusive-elevated-co2-levels-directly-affect-human-cognition-new-harvard-study-shows-2748e7378941	Mika Mela	5	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1045436712240601/
78	IEA 2050 visio	http://www.iea.org/etp/explore/	Pekka Neva	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/813406825443592/
78	Metaanista vetyä hiilivapaasti, sivutuotteena grafiittia	https://arstechnica.co.uk/science/2017/11/convert-natural-gas-to-hydrogen-without-any-carbon-emissions/	Osma Ahvenlampi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1468205223297079/
78	CO2 kalsiumkarbonaatiksi meressä mikromootoreilla	http://www.jacobs-school.ucsd.edu/news/news_releases/release.sfe?id=1817	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833136446803963/
78	CO2-päästöt robotisähkötöillä 90% alas	http://www.popsci.com/green-argument-driverless-cars	Risto Linturi	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/793758450741763/
78	Nanokuparikatalyytillä CO2->eteeni	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-04/bu-ccm040716.php	Kari Vah-tiala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/934722199978720/
78	Metanolia vedystä ja ilmakehän hiilidioksidista	http://phys.org/news/2016-01-carbon-dioxide-captured-air-methanol.html	Anita Özönül	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893087010808906/
78	CO2-varastointia Islannissa (Basaltti+CO2 ->kalkkikivi)	https://www.theguardian.com/environment/2016/jun/09/co2-turned-into-stone-in-iceland-in-climate-change-breakthrough	Vilho Ahola	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/972885376162402/
78	Merilevä laskee lehmien metaanipäästöjä	http://www.abc.net.au/news/2016-10-19/environmental-concerns-cows-eating-sea-weed/7946630?pfmredir=sm	Harri Vartiainen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1072175246233414/
78	Katsaus ilmastomuutostaitelun rahoittamiseksi	https://www.facebook.com/download/1508362316135159/CERES_BNEF_MTG_Overview_Deck_27January.pdf	Jarmo Kuismänen	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/888387991278808/
78	Maakaasukoevoimalassa CO2-talteenotto	http://www.sciencemag.org/news/2017/05/goodbye-smokestacks-startup-invents-zero-emission-fossil-fuel-power	Leo Kärkkäinen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1295326410584962/
78	Uruguay 95% hiilettömään energiaan	https://www.theguardian.com/environment/2015/dec/03/uruguay-makes-dramatic-shift-to-nearly-95-clean-energy	Tero Kauppinen	2	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/861003020683972/
78	Carbon X-Prize, semifinaalistit valittu	https://www.engadget.com/2016/10/17/carbon-xprize-semi-finals/	Risto Linturi	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1072954479488824/
78	Hiilen talteenotto pyrolyysillä biohiileen maaperään	http://www.news.cornell.edu/stories/2016/10/new-model-suggests-scrubbing-co2-atmosphere	Mika Mela	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1079816485469290/
78	Teollisuuden CO2 kalkiksi/soodaksi merenpohjan bakteereilla	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-10/uof-dbc_1102215.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845085778942363/
78	Pakastekuivattu aine imee ja luovuttaa CO2:ta sienen tavoin	https://newatlas.com/freeze-dried-foam-co2-sponge/50932/	Risto Linturi	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473239599460308/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
78	Laser-sytytys parantaa mootorin hyötysuhdetta 27%	http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/fossil-fuels/lasers-could-boost-engine-efficiency-by-27	Kari Vah-tiala	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/726075904176685/
78	CO2-talteenotto voimalaitoksiin CO2 Memzyme	http://climatenewsnet-work.net/new-patent-boosts-co2-capture-hopes/	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1045425612241711/
78	Nopeakasvuinen GMO-puu	http://www.manchester.ac.uk/discover/news/article/?id=14313	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/759154840868791/
78	Hiilen kaappaus polttokennoon Exxon	https://www.technologyreview.com/s/601402/exxon-has-a-clever-way-to-capture-carbon-if-it-works	Pekka Neva	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/953713631412910/
78	Tehokas CO2-erotustekniikka vähäisellä lämpöerolla	http://www.nature.com/nature/journal/v519/n7543/full/nature14327.html	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/739443022839973/
78	Satelliittilaser ilmastomuutoksen hillinnässä	http://motherboard.vice.com/read/scientists-propose-using-lasers-to-fight-global-warming-from-space	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/621032764681000/
78	Yleiskatsaus 17 uuteen energiateknologiaan	http://www.businessinsider.com/17-emerging-energy-technologies-2014-4?utm_content=bufferbd038&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer	Arvo Kukko	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/558131594304451/
78	CO2 talteenotto tavallisilla materiaaleilla kehitteillä	http://decarboni.se/news/search-cheaper-carbon-capture-system-goes-using-common-materials	Kari Vah-tiala	1	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/715840451866897/
78	Hiilen talteenotto -termikuskustelu		Arja Sarpola	0			https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/955922574525349/
78	Maakaasusta hiiltä ja energiaa	http://www.kit.edu/kit/pi_2015_139_crack-it-fossil-energy-ohne-klimagase.php	Kari Vah-tiala	-2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/855032101281064/
78	Vetyä ja grafiittia metaanista	https://youtu.be/SuSi5HEwtEM	Pekka Neva	-3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/862576010526673/
78	Nanohiiliä ilman CO2:sta	http://www.bbc.com/news/science-environment-33998697	Risto Linturi	-5	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/814612158656392/
79	Boori-vety -fuusio 30petawatin femtolaserilla mahdollinen	http://www.laserfocusworld.com/articles/2017/12/laser-initiated-hydrogen-boron-fusion-now-leading-contender-for-energy-source.html	Seppo Nikkilä	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1513998508717750/
79	MIT: 15% lisäys fuusioreaktorin plasmapaineeseen	http://www.sciencelink.com/new-fusion-world-record-lifts-the-bar-for-clean-energy-potential	Kari Alanne	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1069284819855790/
79	2MeV säde synnyttää ydinreaktion raskaassa vedyssä	https://arxiv.org/abs/1704.00694	Jouni Tuomela	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1406960086088260/
79	\$500M rahoitus Tri-Alpha-fuusioreaktorille	http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4140888/The-commercial-fusion-reactor-ready-2027.html	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1166525060131765/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
79	Useita rahoitettuja fuusio- projekteja	http://www.bbc.com/future/story/20160428-the-secretive-billionaire-backed-plans-to-harness-fusion	Risto Linturi	4	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1166525060131765/
79	Bill Gatesin ja Kiinan joint venture TWR-reaktorin valmistukseen	http://terrapower.com/updates/terrapower-establishes-joint-venture-with-cnn-for-twr-co-development/	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1468986196552315/
79	Lockheed-fuusiohanke etenee	http://fusion4free-dom.us/pdfs/McGuireAPS.pdf	Rami Niemi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1021281387989467/
79	Pieni Tokamak, MIT kehiteillä	http://news.mit.edu/2015/small-modular-efficient-fusion-plant-0810	Antti Raike	3	2	Sci	
79	Useat risksijoittajien rahoittamat fuusioenergian kehityshankkeet ovat edenneet. Pisimmällä lienee TAE	https://www.geekwire.com/2018/commercial-fusion-ventures-learn-lessons-engineering-expectations/	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1560526320731635/
79	Sulasuolareaktorille IMSR haettu lupaa Kanadassa	https://www.forbes.com/sites/rodadams/2017/04/05/terrestrial-energy-describes-progress-towards-commercializing-advanced-small-modular-reactor	Ville Tulkki	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1252440824873521/
79	STUK pohtii sarjavalmistusten ydinvoimaloiden lupaeh-toja	https://yle.fi/uutiset/3-9857325	Risto Linturi	3	2	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1418522411598694/
79	Katsaus radikaaliin ydinvoimakehitykseen, 1MRD T&K	http://thirdway.org/report/advanced-nuclear-101	Pekka Neva	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834027093381565/
79	Sähköä ydinjätteestä laboratoriotimanteilla	https://phys.org/news/2016-11-diamond-age-power-nuclear-batteries.html	Vilho Ahola	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1123138844470387/
79	Sulasuolareaktorikatsaus	http://nextbigfuture.com/2015/09/molten-salt-nuclear-reactor-review-and.html	Pekka Neva	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833360616781546/
79	LENR-hypoteesi	http://animpossibleinvention.com/2015/10/15/swedish-scientists-claim-lenr-explanation-break-through/	Pekka Neva	2	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/840898616027746/
79	Nature: hypoteesi maan ytimen ydinreaktiosta	https://www.nature.com/articles/srep37740	Jouni Tuomela	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1120759854708286/
79	Pieni hyötöreaktori PRISM	http://en.wikipedia.org/wiki/PRISM_%28reactor%29	Henri Heinonen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/466872393430372/
79	Tokamak-Energy, pieni Tokamak-hanke	http://physicsworld.com/cws/article/news/2015/feb/16/smaller-fusion-reactors-could-deliver-big-gains	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751437128307229/
79	LENR-patentti	http://fcnp.com/2015/08/27/the-peak-oil-crisis-cold-fusion-gets-a-us-patent/	Jouni Tuomela	2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/818866428230965/
79	LENR Parkhomov	https://www.facebook.com/MartinFleischmannMemorialProject/photos/a.587293604634676.1073741827.466698113360893/941079882589378/?type=3&fref=nf	Tapani Alasaraela	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/738647566252852/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
79	Väite - sulasuolareaktori neljäsosa kevytvesireaktorin hinnasta	http://www.extremetech.com/extreme/150551-the-500mw-molten-salt-nuclear-reactor-safe-half-the-price-of-light-water-and-shipped-to-order-.VkAmRxyeBUc.facebook	Tuomas Santakallio	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/850483945069213/
79	Teoria LENR-ilmiölle, Ruotsi	http://animpossibleinvention.com/2015/10/15/swedish-scientists-claim-lenr-explanation-break-through/	Pekka Neva	2	1	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/840898616027746/
79	LENR-kritiikki	https://medium.com/starts-with-a-bang/the-e-cat-cold-fusion-or-scientific-fraud-624f15676f96	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/867241213393486/
79	Toriumreaktoria kehitetään edelleen	http://youtu.be/N2vzotsvkw	Mikko Vuorela	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/595090487275228/
79	Fuusioreaktori (High-Beta) UW Dynomak	http://www.washington.edu/news/2014/10/08/uw-fusion-reactor-concept-could-be-cheaper-than-coal/	Kate Alhola	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/649522205165389/
79	Fuusiokolaitos W-7-X käynnistyy, Stellarator	http://www.ipp.mpg.de/3984226/12_15	Juhani Sade-maa	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/863878720396402/
79	LENR-lentokone	http://nari.arc.nasa.gov/sites/default/files/Wells_TM2014-218283%20Low%20Energy%20Nuclear%20Reaction%20Aircraft.pdf	Tapani Alasaa-rela	1	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/652300421554234/
79	Toriumreaktori	http://www.itheo.org/articles/world%E2%80%99s-first-thorium-reactor-designed	Harri Vartiainen	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/600515406732736/
79	Tokamak Energy: Pieni fuusioreaktori kehitteillä	http://motherboard.vice.com/read/an-alternative-approach-to-nuclear-fusion-think-smaller	Mikko Leppä-nen	-2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/867249403392667/
79	Thorium-reaktori	http://www.youtube.com/watch?v=uK367T7h6ZY	Jukka Kilpiö	-2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/648235198627423/
79	LENR E-Cat -testiraportti	http://pressly.it/plXb	Kate Alhola	-2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/648260565291553/
79	Pienet ydinvoimalat	http://www.gu.se/omuniversitet/aktuellt/nyheter/detalj/smaskalig-karnfusion-kan-bli-ny-energikalla.cid1323710	Pekka Neva	-2	2	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832190756898532/
79	Cyclone LENR-rekrytointi	http://pesn.com/2013/12/04/9602399_Nuclear-Engineer-joins-Cyclone-to-pursue-LENR-Applications/	Risto Linturi	-2	2	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/485880231529588/
79	TWR-reaktori Kiinaan, Bill Gates osallisena	http://nextbigfuture.com/2015/09/bill-gates-terra-power-and-china.html	Pekka Neva	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833681970082744/
79	Fuusioenergia, Tri-Alpha-Energy etenee plasmateknikassa	http://news.sciencemag.org/physics/2015/06/mystery-company-blazes-trail-fusion-energy	Risto Linturi	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/811434855640789/
79	Lockheed fuusio	http://www.theguardian.com/environment/2014/oct/15/lockheed-breakthrough-nuclear-fusion-energy	Kai Kaasalainen	-4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/652253508225592/
80	Grafeenilla Brownin liike sähköksi, ikuisia paristoja luovassa	https://newatlas.com/graphene-motion-limitless-energy/52319/	Risto Linturi	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1471539519630316/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
80	Aaltovoimalan testi Wave-Roller	http://yle.fi/uutiset/suomalaisen_aaltovoimalan_testituloksia_julki_erittain_rohkaisevaa/7073948	Jouni Laveri	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/517166121734332/
80	Nelikopterileijaenergiaa	http://www.skywindpower.com/	Harri Vartiainen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/695430327241243/
80	Leijaenergia (KPS) saa £5M rahoituksen	http://www.pbo.co.uk/news/potential-game-changer-wind-energy-market-46500	Arto Kyyhkynen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1132466923537579/
80	Aaltoenergiaa kohoilla	https://www.facebook.com/HuffPost/videos/10153808267231130/	Grändi Hytönen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/932898363494437/
80	Leijaenergia, AweLabs - generaattori maassa	http://www.awelabs.com/awelabs-awecs-proposal/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/559443694173241/
80	Vertikaali tuulivoima	http://earthtechling.com/2011/07/vertical-turbines-packed-tight-boost-power/	Karoliina Topelius	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/522713631179581/
80	Tuulisähkö Meksikossa 1.5 eurosenttiä /kWh	https://electrek.co/2017/11/16/cheapest-electricity-on-the-planet-mexican-solar-power/	Risto Linturi	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465456990238569/
80	Vortex-bladeless-tuulivoimaa	http://www.vortexbladeless.com/	Tapio Rinne	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1242080809242856/
80	Windside -tuuliruuvi 100m	http://yle.fi/uutiset/windside_viritelee_sadan_metrin_tuuliruuvia_valkeakoskelle/7989676	Harri Vartiainen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/766079526842989/
80	Suolaveden liikkeestä sähköä grafeenipinnalla	http://arstechnica.com/science/2014/04/flowing-salt-water-over-graphene-generates-electricity/	Sulka Haro	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/551194348331509/
80	Tuulivoimaa laivassa, runko purjeena	http://www.tekniikkatalous.fi/Liikenne/rahtialus+liikkuu+tuulen+voimalla++automaattiohjaus+loytaa+energiapiheiman+purjehdusreitit/a1043105	Kari Vahatiala	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/706931076091168/
80	KBNNO kerää energiaa sähköstä, lämmöstä ja liikkeestä	http://www oulu.fi/university/node/46702	Mikko Leppänen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1459934917457443/
80	Sähköä liikkeestä tuottava kumi (Ricoh)	http://ricoh.com/release/2015/0518_1.html	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891609727623301/
80	Konvektiovoimaa aavikolla, konsepti	https://www.fastcompany.com/3030110/this-giant-tower-in-the-desert-could-generate-as-much-power-as-the-hoover-dam	Tatu Lund	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/571576846293259/
80	Mek.energia magneettiseksi galfenolin avulla	http://nextbigfuture.com/2015/09/galfenol-can-convert-70-percent-of.html	Pekka Neva	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/834450626672545/
80	Siivekkeetön tuulivoima (Vortex Bladeless)	http://www.wired.com/2015/05/future-wind-turbines-no-blades/	Pekka Neva	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/853241388126802/
81	Magneettisen raidetykin kantama lähes 200km	http://newatlas.com/us-navy-electromagnetic-railgun-field-demonstrations/50631/	Pekko Vehviläinen	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1360809897369946/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
81	Laserase käyttöön (USA)	http://www.uusisuomi.fi/teknologia/75325-usan-armeija-otti-juurikayttoon-1-laseraseen-047-eu-laukaus	Pekko Vehviläinen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/681848301932779/
81	Laser-ase pysäyttää auton	http://www.engadget.com/2015/03/04/lockheed-martin-laser-athena-test/?ncid=rss_truncated	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/730705473713728/
81	Laserissa 5petawatin teho femtosekuntien ajan	https://www.osapublishing.org/ol/abstract.cfm?uri=ol-42-10-2014	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1349361468514789/
81	Laser ja antilaser samassa laitteessa	https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-11/dbnl-wgh110316.php	Pekka Neva	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1097000097084262/
81	Venäläinen suunnattava EMP-kanuuna luvassa	http://yle.fi/uutiset/venaja_esittelee_mikroaaltokanuunan_tuhoa_lentokoneiden_ja_lennokien_elektronikan/8075687	Jani Ehro	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/783751681742440/
81	Bofors HMP-sädease ja muita sädeaseita	http://www.miltechmag.com/2014/03/todays-directed-energy-weapons-meeting.html	Harri Vartiainen	3	6	Prod	
81	Tuholaistorjuntaa laseraseilla EU-rahoituksella	http://birdcontrolgroup.com/life-laser-fence-rodenticide-use/	Jarno Elonen	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1103875869730018/
81	Anti-UAV, englantilainen sädease	http://www.theguardian.com/technology/2015/oct/07/drone-death-ray-device-liteye-auds?CMP=tw_t_a-technology_b_gdntech	Pekko Vehviläinen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/837460756371532/
81	Lockheed kehittää laseraseen hävittäjäkoneisiin	http://news.lockheedmartin.com/2017-11-06-Lockheed-Martin-Receives-Contract-to-Develop-Compact-Airborne-High-Energy-Laser-Capabilities	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1458521784265423/
81	US Navy-kehityshankkeet	http://news.yahoo.com/blogs/power-players-abc-news/technologies-once-available-only-in-movies-are-now-a-reality-for-the-us-navy-225652354.html	Pekko Vehviläinen	2	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/646567452127531/
81	Lennoktorjunta perinteisin keinoin Pariisissa	http://yle.fi/uutiset/7825746	Pekko Vehviläinen	-2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/724760194308256/
81	Antidrone -aseet	http://petapixel.com/2015/07/23/anti-drone-systems-are-starting-to-take-off/-more-173279	Hannu Kokko	-2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/802341639883444/
82	Disney: Langaton lataus 1.9kW huoneessa 40-95% hyötysuhteella	http://www.iflscience.com/technology/disney-researchers-make-wireless-power-transfer-breakthrough/	Esa Heiskanen	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1199801053470832/
82	Langaton lataus infrapunala-serilla	http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/portable-devices/wicharge-promises-phone-charging-by-infrared-laser	Kari Vah-tiala	4	5	Prod	
82	Akuton kännykkä, energia ympäristöstä	http://www.smart2zero.com/news/battery-free-cell-phone-prototype-unveiled	Seppo Nikkilä	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1339409062843363/
82	Langaton auton yms lataus	http://witricity.com/	Kari Vah-tiala	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/744463319004610/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
82	Johdoton sähkönsiirto magneettiliinssin avulla	http://www.scienceworldreport.com/articles/12112/20140110/wireless-power-transfer-range-vastly-extended-with-superlens.htm	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/500991693351775/
82	Wi-Charge 10m langaton IR-lataus sai FDA-hyväksynnän	https://www.businesswire.com/news/home/20180110006324/en/Wi-Charge-Wins-CES-2018-Innovation-Award	Seppo Nikkilä	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535439893240278/
82	Langaton lataaminen kehittyä, Wi-Tricity ja Ossia eri linjoilla	https://www.computerworld.com/article/3235176/mobile-wireless/wireless-charging-explained-what-is-it-and-how-does-it-work.html?page=2	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1469319683185633/
82	Langaton lataus Ossia Cota -wattien suunnattu teho	http://spectrum.ieee.org/energywise/consumer-electronics/gadgets/ossias-cota-wireless-power-tech-promises-to-enable-the-internet-of-everything	Kari Vah-tiala	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/877861608998113/
82	Cota'n langaton lataus 10m + muita linkkejä	http://www.digitaltrends.com/cool-tech/ossia-cota-wireless-charging/	Risto Linturi	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/891701010947506/
82	Langaton lataus 10m	http://www.gizmag.com/cota-ossia-wireless-charging-microwave-phased-array/29217/	Risto Linturi	-3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/449089501875328/
83	Volvo: uudet automallit täyssähkö- tai hybridi v2019 alkaen	https://www.theverge.com/2017/7/5/15921208/volvo-all-electric-by-2019	Risto Linturi	5	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1337997659651170/
83	Teslan sähkörekkä voi olla rautateitä tekokkaampi	https://www.youtube.com/watch?v=h_SjAcQeU1A&feature=youtu.be&t=12m49s	Harri Hakulinen, Jouni Knuuttila	5	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465043900279878/
83	Airbus, RR ja Siemens yhteistyöhön sähkölentokoneissa	http://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/11/airbus--rolls-royce--and-siemens-team-up-for-electric-future-par.html	Nils Rostedt	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1477786875672247/
83	Sähköinen matkustajalento Lontoo-Pariisi 10 vuodessa	http://www.bbc.com/news/technology-39350058	Kate Alhola	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1226520837465520/
83	Boeing sijoitti sähkölentokoneyhtiöön	http://www.businessinsider.com/boeing-jetblue-invest-zunum-electric-jet-startup-2017-4?r=US&IR=T	Risto Linturi	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1240795462704724/
83	Useat maat aikovat kieltää polttomootoriautot	https://www.theguardian.com/business/2017/jul/06/france-ban-petrol-diesel-cars-2040-emmanuel-macron-volvo		4	4	Gov	
83	Sähkökone Solar Stratos aikoo 24km korkeuteen	https://www.facebook.com/futurism/videos/675719135940622/	Kate Alhola	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1169566096494328/
83	Tesla 800km latauksella	http://nextbigfuture.com/2015/09/tesla-model-s-driven-452-miles-on.html	Pekka Neva	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/821214991329442/
83	Ampaire, tehokas kiinteäsiipinen sähkölentokone	https://www.ampaire.com/	Kate Alhola	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1475632682554333/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
83	Akkukäyttöinen traktori yms työkoneita postauksessa	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1211803945603876/	Pekka Neva	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1211803945603876/
83	Huipputehokas sähkömoottori lentokoneisiin	http://www.siemens.com/press/en/feature/2015/corporate/2015-03-electromotor.php	Jouni Knuuttila	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/987814864669453/
83	Nikola julkaisee tehokkaan hybridirekan	https://robertscribner.com/2016/06/15/al-gores-revenge-internal-combustion-engines-stink-and-this-ridiculously-powerful-electric-turbine-truck-promotes-it/	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/977066355744304/
83	Paineilma-auto AIRPod, 200km ajoetäisyys	http://zeropollutionmotors.us/	Jarmo Heimo	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/648136838637259/
83	Citroen Cactus Airflow, kaasu&paineilmahybridi	http://www.engadget.com/2014/10/03/citroen-airflow-2l-concept-hands-on/	Fama Dum-bouya	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/645852855532324/
83	Sähköhybridilaivasuunnitelma Norjassa	http://cleantech-nica.com/2015/10/26/norway-plans-to-construct-a-fleet-of-plug-in-hybrid-ships/	Pekka Neva	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/845567945560813/
83	Tehokkaampi sähkömoottori kaupunkiajoon	http://hyperloop.tamu.edu/news-release-january-30-2016/	Jouni Tuomela	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1173554726095465/
83	Saksa aikoo pakottaa sähköautoihin 2030	http://electrek.co/2016/06/14/all-new-cars-mandated-electric-germany-2030/	Timo Miettinen	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/975907129193560/
83	Walmart tilaa 15 Teslan autonomista sähkörekkaa	https://www.ft.com/content/5880bdf6-e746-34d6-a9d7-2956c2c19ea6	Nina Heiska	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1465043900279878/
83	WV: sähköautot 2020 alussa edullisempia kuin polttomuuttoriautot	http://www.iltasanomat.fi/talous-sanomat/art-2000001940713.html	Harri Vartiainen	2	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1081075398676732/
83	Trolleysähkörekka Ruotsiin - johtimet tienvarseen	http://www.helahalsingland.se/all-mant/halsingland/nu-borjar-den-varldsunika-elvagen-mellan-sandviken-och-storvik-byggnas	Risto Linturi	2	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/860360017414939/
83	Pyörimiskitka energiaksi	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/uow-nnh062915.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-06/uow-nnh062915.php
83	Kiinalainen sähköauto Nio's perustuu vaihtoakkuihin	https://www.theverge.com/2017/12/18/16790920/nio-es8-electric-suv-price-specs-china	Harri Hakulinen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1498824933568441/
83	Renaultilta sähkökuorma-auto	http://cleantech-nica.com/2015/12/07/renault-brings-2-clean-energy-trucks-cop21/	Pekka Neva	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/860360017414939/
83	Japanissa latauspisteitä enemmän kuin bensiinin jake-luasemia	https://transportevolved.com/2015/02/17/official-japan-now-electric-car-charging-spots-gas-stations/	Aleksi Rossi	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/950914331692840/
83	Ruotsi panostaa 105 MRD euroa liikenteen sähköistykseen	https://www.aftonbladet.se/se-nastenytt/ttnyheter/inrikes/article25878152.ab	Tero Kauppi-nen	2	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1401827899934812/
83	Tavallisesta pyörästä sähköi-nen etupyörän vaihdolla	http://www.engadget.com/2016/05/02/make-your-bike-electric-with-a-geoorbital-tire/	Tapani Pöykkö	1	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/950296468421293/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
83	Sähkölentokone	http://www.talkmarkets.com/content/us-markets/the-airbus-e-fan-takes-to-the-skies?post=70721	Pekka Neva	-2	2	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/809546529162955/
83	Trolleyrekka Ruotsiin, sähköauto	http://www.helahalsingland.se/allmant/halsingland/nu-borjar-den-varldsunika-elvagen-mellan-sandviken-och-storvik-byggas	Risto Linturi	-2	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/860360017414939/
83	Sähkölentokone 2017 Nasa	http://nextbigfuture.com/2015/12/nasa-will-test-distributed-electric.html	Pekka Neva	-3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/869053209878953/
83	Sähkölentokone Airbus	http://www.airbus-group.com/int/en/innovation-citizenship/airbus-e-fan-the-future-of-electric-aircraft.html	Olli Pitkänen	-3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/832038970247044/
84	AdTech -business - mainosmedian transformaatio, useita linkkejä	http://www.macrumors.com/2016/01/13/apple-autotomated-iad-platform/	Nea Barman	4	4	Market	https://www.facebook.com/pages/Helsinki/109595459060079
84	Kooste terveydenhuollon digitalisaatiosta	https://www.cbinsights.com/blog/digital-health-medicine-market-map-company-list/	Vilho Ahola	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/112128554655716/
84	Boorzorg digiorganisaatio	http://www.buurtzorgnederland.com/	Tatu Lund	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/873728136078127/?comment_id=874273942690213&comment_tracking=%7B%22tn%22%3A%22R9%22%7D
84	AI ennustaa eliniän 69% kerroskuvista	https://www.engadget.com/2017/06/05/ai-can-predict-if-youll-die-soon-by-examining-your-organs/	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1307535886030681/
84	Johtajattomat organisaatiot, kuten Zappos, yleistyvät	http://www.washingtonpost.com/blogs/on-leadership/wp/2014/01/03/zappos-gets-rid-of-all-managers/	Ilkka Kakko	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/500446683406276/
84	Kiina kehittää kansalaisten luotettavuusjärjestelmää	http://www.wired.co.uk/article/chinese-government-social-credit-score-privacy-invasion	Teemu Polo	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1462462410538027/
84	Pelillistämisen ideologia kypsy	https://en.wikipedia.org/wiki/Gamification	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/892718550845752/
85	Nordea kieltää työntekijöiltään Bitcoin-käytön	https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/nordea-bans-employees-from-trading-bitcoin-spokeswoman-says	Nea Barman	3	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1533400920110842/
85	Bitcoin/Blockchain-vaikutukset	http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10881213/The-coming-digital-anarchy.html?fb	Harri Vartiainen	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/593093860808224/
85	Bitcoin-transaktioiden laskea hyvin energiatehontonta	https://www.weforum.org/agenda/2017/10/the-electricity-required-for-a-single-bitcoin-trade-could-power-a-house-for-a-whole-month	Tatu Lund	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1438733296244272/
85	Hakkeri ryösti \$31milj arvosta Ethereumia	https://medium.freecodecamp.org/a-hacker-stole-31m-of-ether-how-it-happened-and-what-it-means-for-ethereum-9e5dc29e33ce	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1358710107579925/
85	Singaporelaisyrityksen Visa Bitcoin-yhteensopiva	https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-23/singapore-startup-counts-on-visa-to-take-bitcoin-into-real-world	Jani Ehro	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1357487644368838/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
85	Bitcoin-lompakko ihon alla	http://www.slideshare.net/Pekko-Vehvilinen/worlds-first-bitcoin-transfer-into-a-human-this-is-how-we-did-it	Pekko Vehviläinen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/725867407530868/
85	Bitcoin-kritiikkiä	https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2016/01/19/r-i-p-bitcoin-its-time-to-move-on/	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/884531404997800/
85	Bitcoin radioteitse	http://kryptoradio.koodilehto.fi/	Harri Vartiainen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/598872840230326/
85	MIT: Lohkoketjua tehokkaampia ratkaisuja kehitetään	https://www.technologyreview.com/s/609771/a-cryptocurrency-without-a-blockchain-has-been-built-to-outperform-bitcoin/amp/	Nea Barman	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1494363627347905/
85	Paypal/Bitcoin eurokriisin aikaan	https://www.cryptocoins-news.com/paypal-shuts-greece-bitcoin-still-operates/	Risto Linturi	2	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/796907720426836/
86	Digitaaliset joukkoistusalustat suuremmille yrityksille	http://www.fastcompany.com/3055223/fast-feed/indiegogo-courts-big-businesses-with-enterprise-crowdfunding	Pekka Salokannel	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/881340321983575/
86	Joukkorahoitus 2ME suomalaiselle avaruusappsille	https://thenextweb.com/apps/2017/02/13/winner-astronaut-training-game-to-space/	Pia Erkinheimo	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1183760201741584/
86	AI -rahastosijoittaja, 7500 anonyymiä koodaria takana	https://www.wired.com/2016/12/7500-faceless-coders-paid-bitcoin-built-hedge-funds-brain/	Vilho Ahola	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1131945876923017/
86	Linda Liukkaan Kickstarter-projekti	http://www.theguardian.com/technology/2014/jan/27/hello-ruby-kids-coding-book-kickstarter	Eetu Simpanen	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/509977149119896/
86	Joukkorahoitus-esimerkki - mehiläisviljely	https://www.indiegogo.com/projects/flow-hive-honey-on-tap-directly-from-your-beehive	Aleksi Rossi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/751472181637057/
87	Duolingo - maksuton 23 kielen kieltenopetus	https://en.wikipedia.org/wiki/Duolingo	Mari Heimala	5	6	Prod	
87	Tutkintatodistusten aitous lohkoketjuun	https://medium.com/mit-media-lab/what-we-learned-from-designing-an-academic-certificates-system-on-the-blockchain-34ba5874f196	Tatu Lund	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/969066806544259/
87	MOOC Trendejä	https://www.class-central.com/report/5-mooc-trends-of-2015/	Risto Linturi	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/884425235008417/
87	Oppimisen pelillistämislusta	http://www.seppo.io/	Laura Tiilikainen	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/895673690550238/
87	Tarkalla neurostimuloinnilla lisää oppimistehokkuutta	http://www.hrl.com/news/2016/02/10/	Harri Vartiainen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/906897119427895/
88	MacKinsey: 120 AI-pohjaista liikeideaa, matriisi	https://medium.com/@thoszymkowiak/120-machine-learning-business-ideas-from-the-new-mckinsey-report-b81b239f336	Risto Linturi	5	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1347256372058632/
88	Ihmisen ja robotin yhteistyö, robottiesimies	http://qz.com/255093/human-workers-will-take-orders-from-robots-and-they-will-like-it/	Tatu Lund	5	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/621760587941551/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
88	Koneavusteisen ihmisen pääryhmät	http://theconversation.com/introducing-operator-4-0-a-tech-augmented-human-worker-74117?utm_source=facebook&utm_medium=facebookbutton	Matti Vartiainen	4	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1257565281027742/
88	AI lähiajan terveydenhuollon sovelluksissa, katsaus	https://venturebeat.com/2017/07/23/what-ai-enhanced-healthcare-could-look-like-in-5-years/	Risto Linturi	4	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1357211611063108/
88	Uber ja robottiliikenne	https://www.fastcompany.com/3050250/what-makes-uber-run	Tuomas Silta	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/826849590765982/
88	Katsaus etiäisten nykytilaan - käyttökelpoisuus saavutettu	https://www.engadget.com/2017/08/11/the-best-telepresence-robot/	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1472563066194628/
88	AI-riskit - laajan joukon allekirjoittama vetoomus	http://futureoflife.org/misc/open_letter	Kaj Sotala	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/703223529795256/
88	AI&Robotiikka -arvio talousvaikutuksista	http://europe.newsweek.com/robot-economy-artificial-intelligence-jobs-happy-ending-526467	Ari Länkä	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1115699881880950/
88	Apple Healthkit - etäterveydenhuoltoalusta	http://www.patentlyapple.com/patently-apple/2014/09/stanford-duke-prepare-major-trials-with-apples-healthkit.html	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/634645613319715/
88	S-ryhmä testaa konenäköä hyllyjen tarkkailussa	https://yle.fi/uutiset/3-10074281	Leo Kärkäinen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1556321987818735/
88	Tekoäly vie juristeilta töitä	https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tekoaly-vie-juristeilta-tyota---haaste-on--miten-kay-seuraavalle-juristien-sukupolvelle/igcqTD4x	Pia Erkinheimo	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1236767906440813/
88	Puurekan kuormaus VR-laseilla ohjaten	http://www.hiab.com/en/global/HiVision/	Pekka Neva	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1102914353159503/
88	Toyotan humanoidirobotin liikkeet yhä luonnollisemmat	https://spectrum.ieee.org/automation/robotics/humanoids/toyota-gets-back-into-humanoid-robots-with-new-thr3	Risto Linturi	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1471492362968365/
89	Salausmenetelmien turvallisuutta ei voi todistaa	https://www.theregister.co.uk/2017/12/15/crypto_mathematical_backdoors/	Teemu Polo	4	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1499693870148214/
89	Quditeilla puheluihin riittävän nopea lomitettu kvanttisalaus	http://advances.science-mag.org/content/3/11/e1701491.full	Risto Linturi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474504072667194/
89	Darknet /anonyymi internet	http://apps.washingtonpost.com/g/page/world/nsa-research-report-on-the-tor-encryption-program/501/	Aleksi Rossi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/450725218378423/
89	Dark Webin huumekauppa AlphaBay suljettu	https://www.theverge.com/2017/7/14/15975140/alphabay-dark-web-drug-marketplace-police-shutdown-silk-road	Risto Linturi	3	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1349273805190222/
89	Sivustot varastavat käyttäjien aikaa kryptovaluuttojen laskentaan	https://www.engadget.com/2017/12/15/as-online-ads-fail-sites-mine-cryptocurrency/	Tatu Lund	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1496951223755812/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
89	Google selvittää suojautumista kvanttihackereilta	https://www.wired.com/2016/07/google-tests-new-crypto-chrome-fend-off-quantum-attacks/	Risto Linturi	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/989816047802668/
89	Nopea salaus (MS)	http://www.theregister.co.uk/2016/02/09/researchers_break_homomorphic_encryption/	Leo Kärkkäinen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/895275350590072/
89	Salaus kamerakennolla	http://www.uusisuomi.fi/tiede-jaymparisto/72056-tieteellinen-lapimurto-nokia-n9n-kameralla-maailmankaikkeuden-ika-ei-riita	Pekko Vehviläinen	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/633492396768370/
89	Useita AI-turva/uhkalinkkejä postauksessa	http://www.express.co.uk/news/science/668886/AI-major-threat-microsoft-artificial-intelligence	Risto Linturi	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/954280931356180/
90	Zero Marginal Cost Society	https://www.youtube.com/watch?v=5-iDUCtJvo	Ilkka Kakko	5	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/552906251493652/
90	Be My Eyes -app	https://vimeo.com/113872517	Kari Vah-tiala	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/713428165441459/
90	Letgo, paikalliseen kierrätykseen, arvo yli \$1MRD	http://nordic.businessinsider.com/letgo-app-buy-sell-used-items-online-2017-9?r=US&IR=T	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473183099465958/
90	Helsinki: 3D-kaupunki avoimena datana	http://www.hri.fi/fi/ajankoh-taista/uuden-sukupolven-kaupunki-tietomallit-helsinkiin/	Jari Kotola	4	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1116032278514377/
90	Alustakooperatiivit (Platform co-ops)	http://www.shareable.net/blog/how-platform-coops-can-beat-death-stars-like-uber-to-create-a-real-sharing-economy	Esko Nuutila	4	3	Prod	
90	Ekologiset asumisyhteisöt	https://www.fastcompany.com/3060167/this-new-neighborhood-will-grow-its-own-food-power-itself-and-handle-its-own-waste	Ari Tenhunen	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/966499236801016/
90	Perustulo jaettava modernina välineinä	https://www.tulevaisuustalo.fi/artikkelit/perustulo-ja-uusi-universa-lismi/	Roope Mokka	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1183845555066382/
90	Pakettilokerikoja kerrostaloihin	http://www.iltasanomat.fi/talous-sanomat/art-2000005005045.html	Ari Lannamäki	3	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1133099960140942/
90	Crowdsourcing kääntämisen/opiskelu	http://www.theguardian.com/education/2012/feb/14/web-translation-fails-learners	Mari Heimala	3	4	Prod	
90	Robotisaatio&AI voi vähentää eriarvoisuutta	https://www.forbes.com/sites/timworstall/2017/06/25/getting-capitalism-wrong-ai-will-reduce-economic-inequality-not-increase-it/	Risto Linturi	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1326701277447475/
90	3D-tulostus voi vähentää globaalia kauppaa 40%	https://www.gtrview.com/news/global/3d-printing-could-wipe-out-40-of-world-trade-by-2040/	Risto Linturi	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1419257888191813/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiautiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskeskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
90	Katsaus avoimen koodin markkinaan	http://techcrunch.com/2015/12/15/the-golden-age-of-open-source-has-arrived/?ncid=rss&utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A%20Techcrunch%20(TechCrunch)&utm_content=Facebook&sr_share=Facebook	Tatu Lund	3	6	Market	
90	P2P-sähkökauppa	http://www.technologyreview.com/news/544471/renewable-energy-trading-launched-in-germany/	Pekka Neva	2	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/873995032718104/
90	Flipboard-kuratointi	https://about.flipboard.com/magmaker/flipboardchat-summary-how-to-curate-news-magazines/	Esa Turtiainen	2	6	Prod	
90	Opendesk - globaali kaluste-suunnittelu	https://www.opendesk.cc/	Mikko Mononen	2	4	Prod	
90	Wikihouse - avoin rakennus-suunnittelu	http://www.wikihouse.cc/	Mikko Mononen	2	4	Prod	
90	Avoimen koodin haima	http://openaps.org/	Sulka Haro	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/716423238475285/
90	Keskustelu arvonluonnin jaosta Pilkahduksia-raportin pohjalta		Risto Linturi	2	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1104383343012604/
90	Writers Cafe - peer-kollaboraatio	http://www.kboards.com/index.php?board=60.0	Mari Heimala	2	6	Prod	
90	Zero Marginal Cost -society	http://www.amazon.com/Zero-Marginal-Cost-Society-Collaborative/dp/1137278463	Risto Linturi	-4	4	Fut	
91	Kartta netin kautta suoritetun freelancetyön ja-kaumasta	http://ilabour.oii.ox.ac.uk/where-are-online-workers-located-the-international-division-of-digital-gig-work/	Pia Erkinheimo	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1344593418991594/
91	Uber-business-malli ja 9-ryhmään esimerkkejä	http://www.nytimes.com/2015/01/29/technology/personaltech/uber-a-rising-business-model.html	Risto Linturi	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/873728136078127/
91	Online lääkäri googlauksella	http://gizmodo.com/google-tests-connecting-doctors-with-online-patients-1645412934	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/651164358334507/
91	Median ostaminen dynaamisiksi, header bidding	http://marketingland.com/programmatic-header-bidding-will-disrupt-media-2017-202040	Nea Barman	4	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1175478535903084/
91	Ohjelmoitu (verkko)kauppa syö mainontaa	http://www.telegraph.co.uk/connect/media-and-technology/things-we-learned-advertising-week-new-york/	Nea Barman	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1059155247535414/
91	Workforce on demand (Deloitte)	http://dupress.com/periodical/trends/human-capital-trends-2015/?id=us%3A2el%3A3dc%3Adu p1179%3Aeng%3Acons%3Aht15	Tatu Lund	3	3	Market	
91	Työ algoritmin ylä- ja alapuolella	http://www.druckerforum.org/blog/?p=1097	Tatu Lund	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875214215929519/?comment_id=876151209169153&comment_tracking=%7B%22tn%22%3A%22R%22%7D

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
91	Terveyspalveluiden yksityistyminen Suomessa	http://yle.fi/uutiset/terveyspalvelut_yksityistyvat_nopeasti/7623506	Tatu Lund	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/667222516728691/
91	Steem - some-lohkoketju-raha, postauksista maksetaan	https://forum.bittiraha.fi/t/steem-sosiaalinen-media-lohkoketjussa/3188	Olli Soppela	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1343439569106979/
91	Merten (ja sisävesien) Uber	http://www.seatrade-maritime.com/news/middle-east-africa/uber-of-the-sea-is-near-but-is-the-industry-ready-for-the-sea-change.html	Veikko Hintsanen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/873728136078127/?comment_id=874470172670590&comment_tracking=%7B%22tn%22%3A%22R8%22%7D
91	Organisaatioista verkostoihin	http://interactioninstitute.org/blog/2013/07/31/why-networks-for-social-change/	Jesse Soininen	2	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/541590955958515/
91	Mainonta siirtymässä somesta toisalle	https://www.linkedin.com/pulse/week-advertising-became-fatally-ill-nea-barman	Nea Barman	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1221309217986682/
92	9\$ tietokone, wifi, linux, yms.	http://postscapes.com/9-single-board-computer-chip	Risto Linturi	5	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/897960153654925/
92	RaspBerry Pi Zero 5\$	http://www.engadget.com/2015/11/28/raspberry-pi-eric-schmidt/	Risto Linturi	4	6	Prod	
92	134 euron robottikäsi, uArm, open source	http://www.wired.com/design/2014/03/kickstarter-robot-arm-ufactory/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/533048886812722/
92	Halpa 5 vapausasteen robottikäsi Katia, Carbon Robotics	http://techcrunch.com/2016/01/06/this-robotic-arm-can-do-everything-from-3d-printing-to-laser-cutting-to-cake-decorating/	Kate Alhola	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/878770482240559/
92	Robottien pilvipalvelu RoboEarth jaettuun robotioppimiseen	http://www.bbc.co.uk/news/technology-25727110	Aki Aironmaa, Mari Heimala	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/504526856331592/
92	Raspberry Pi2 35\$	http://www.bbc.com/news/technology-31088908	Risto Linturi	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/713792762071666/
92	Ohjelmistorobotiikalle rajapintoja, MS Flow	http://www.zdnet.com/article/microsoft-leaks-flow-its-ifttt-like-tool-for-automating-actions-across-apps/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/947500335367573/
92	IOT-sovittimet - Ruuvi	https://tag.ruuvi.com/	Kalle Pihlaja-saari	3	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/833909760059965/
92	Arduino/Rasperry Pi -vertailu	http://read-write.com/2014/05/07/arduino-vs-raspberry-pi-projects-diy-platform	Tatu Lund, Risto Linturi	3	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/665903373527272/
92	Universal Robots synnyttää ohjelmistoekosysteemiä	https://blog.universal-robots.com/pioneering-universal-robots-ecosystem	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473354302782171/
92	MS&FB avoin AI-rajapinta saa laajenevaa tukea muilta	https://www.engadget.com/2017/10/11/microsoft-facebook-ai-onxx-partners/	Risto Linturi	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1451229871661281/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
92	Robottiikan rajapinta, OPC UA Robotics Companion Specification	https://opcfoundation.org/markets-collaboration/vdma-robotics/	Harri Vartiainen	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473552892762312/
92	ABB&Kawasaki kehittämään yhdessä robottien rajapintoja	https://global.kawasaki.com/C3171127-1.pdf	Harri Vartiainen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473354302782171/
92	Modulaarisen robotiikan käyttöjärjestelmä ROS	https://spectrum.ieee.org/automation/robotics/robotics-software/the-origin-story-of-ros-the-linux-of-robotics	Risto Linturi	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1450019261782342/
92	Avoin hardware, seminaari-aihe	http://www.open-electronics.org/open-hardware-summit-2014-rome-from-making-open-to-open-manufacturing/	Matti Pyykkönen	1	1	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/602394396544837/
93	MATS-säilötty ruoka maukasta, huoneenlämmössä vuoden	http://fortune.com/2017/08/11/amazon-whole-foods-home-meals/	Risto Linturi	5	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1376214405829495/
93	PSD2-EU:n pankkidirektiivi -laajat maksuliikennevaikutukset	https://transferwise.com/gb/blog/what-is-psd2	Risto Linturi	4	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1346114512172818/
93	AI-assistenttien yleistymisen haastaa markkinoinnin	https://www.inc.com/bill-carmony/fast-adoption-of-ai-leaves-many-marketers-scrambli.html	Risto Linturi	4	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1351135215004081/
93	Fordin robottiauto v. 2021 Lyftin rajapinnasta tilattavissa	https://www.theverge.com/2017/9/27/16373574/ford-lyft-self-driving-car-partnership-gm	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1417707031680232/
93	Google Assistant & Walmart -puhuva verkkokauppa	https://blog.walmart.com/innovation/20170823/walmart-google-partner-to-make-shopping-easier-heres-how	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1385355231582079/
93	Robottiautojen itseomistus -autonominen yrittäjyys	http://www.bbc.com/news/technology-30998361	Aleksi Rossi	3	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/752538928197049/
93	Autonomisten laitteiden välinen talous - tc nyt liian iso	http://www.impactlab.net/2014/09/19/micro-payments-between-connected-devices-could-enable-a-new-layer-of-the-economy/	Tatu Lund	2	1	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/636970323087244/
94	FCC: Tuhansia satelliitteja pyrkimässä radiotaajuuksille	http://spacenews.com/fcc-gets-five-new-applications-for-non-geostationary-satellite-constellations/	Nina Heiska	4	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473483922769209/
94	Nokia 5G White-Paper	https://networks.nokia.com/solutions/white-papers/5G-technical-white-papers	Ossi Pöllänen	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/538030412981236/
94	Alphabet lupaa 1Gb-suunnattua langatonta yhteyttä	http://www.wsj.com/articles/alphabet-looks-to-wirelessly-connect-homes-to-internet-1465417866	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/972261416224798/
94	Googlen Skybender 5G, mm-aallot käyttöön, Centaur, Titan	http://indianexpress.com/article/technology/tech-news-technology/google-project-skybender-5g-internet-planes/	Risto Linturi	4	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/890337231083884/
94	Langaton optinen FSOC-verkko 12 miljoonalle intialaiselle	http://www.mwee.com/news/google-replaces-fibre-connectivity-free-space-optics	Seppo Nikkilä	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1533970350053899/
94	1Gb/s ylitetty 20MHz kaisalla 5G-verkossa	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-03/uob-bal032316.php	Kari Vahiala	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/922327381218202/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
94	Avaruuden internet, latenssi-ongelman käsittely	https://tools.ietf.org/html/rfc4838	Tuomas Santakallio	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/710122612438681/
94	OneWorld saanut \$1.7MRD rahoituksen satelliiteilleen	https://techcrunch.com/2017/11/07/oneweb-is-a-step-closer-to-bringing-its-global-satellite-based-internet-services-to-earth/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473483922769209/
94	5G-verkot, kalvoesitys	https://www.facebook.com/ZTE-Corp/photos/pcb.755127304567731/755126827901112/?type=3	Antti-Pekka Puonti	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/691648474286095/
94	5G, IOT-tilanne 2016	http://www.techweekurope.co.uk/networks/voip/mobile-telecoms-predictions-2016-182776	Timo Ali-Vehmas	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/875239235927017/
94	Autojen välinen kommunikointi, LTE, 5G-rooli	http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/infrastructure/cars-talk-to-cars-on-the-auto-bahn	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/853950004722607/
94	5G-verkot, digitaalisen signaalinkäsittelyn väitös	http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/uutiset-ja-tapahtumat/5g-tarvitsee-digitaalista-signaalinkäsittelya-x123729c2	Kari Vah-tiala	1	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/842821732502101/
95	Nand Flash muistin hinnanlasku nostaa pilvipalveluita	http://www.zdnet.com/article/enterprise-storage-trends-and-predictions/	Risto Linturi	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893051384145802/
95	Amazon: Petaflops GPU \$200/h, 3v sopimuksella \$80/h	https://aws.amazon.com/about-aws/whats-new/2017/10/introducing-amazon-ec2-p3-instances/	Aleksi Rossi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1443718549079080/
95	IBM:n 5bit kvanttietokone kokeiltavissa verkossa	http://www.wired.com/2016/05/ibm-letting-anyone-play-quantum-computer/	Risto Linturi	3	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/950575218393418/
95	Pilvilaskenta kasvaa radikaalisti muuta ICT:tä nopeammin	https://www.forbes.com/sites/louiscolumnbus/2017/04/29/roundup-of-cloud-computing-forecasts-2017/	Risto Linturi	3	6	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1473603159423952/
95	IoT:n vuoksi laskenta siirty-mässä pilven reunalle	https://www.economist.com/news/business/2173502-rise-internet-things-one-reason-why-computing-emerging-centralised	Aimo Maanavilja	2	3	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535892166528384/
95	Pilvilaskentapäätte Solu	https://www.kickstarter.com/projects/676993694/solu-a-new-breed-of-computing	Tero Kauppi-nen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/841100436007564/
95	Laskentatehon kehitystrendit	http://intelligence.org/2014/05/12/exponential-and-non-exponential/	Kaj So-tala	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/565615920222685/
96	PwC: AI kasvattaa maailman-taloutta 16.000MRD 2030 mennessä	https://qz.com/1015698/pwc-ai-could-increase-global-gdp-by-15-7-trillion-by-2030-with-much-of-the-gains-in-china/	Risto Linturi	5	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1330097873774482/
96	Accenture: pankkiasiointi AI-pohjaiseksi 3:ssa vuodessa	http://www.cnbc.com/2017/03/28/ai-to-become-main-way-banks-interact-with-customers.html	Risto Linturi	4	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1231142537003350/
96	Teknologiajäteiltä \$20.30MRD AI-palveluihin	https://www.forbes.com/sites/louiscolumnbus/2017/07/09/mckinseys-state-of-machine-learning-and-ai-2017/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474281296022805/
96	UK tarkastelee AI:n työpaik-kavaikutuksia	http://www.zdnet.com/article/uk-looks-at-impact-of-ai-and-robotics-on-jobs-and-society/	Risto Linturi	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/923071384477135/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
96	Katsaus AI:n juridisiin ja julkisiin vaikutuksiin	https://ainowinstitute.org/	Risto Linturi	3	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1051101255007480/
96	Digitaalitalouden vaikutuksia tutkittu	https://www.weforum.org/agenda/2016/10/why-politicians-shouldnt-forget-about-the-digital-economy?utm_content=buffer43aff&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer	Milla Wirén	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1064953566955582/
96	Tekoäly vaikuttaa matkatoimistojen työhön	https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/17/holidays-travel-automated-lastminute-expedia-skyscanner	Risto Linturi	2	5	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474281296022805/
97	Pankkien lohkoketjuhanke (Hyperledger)	http://www.coindesk.com/hyperledger-technical-steering-committee/	Tatu Lund	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/914143872036553/
97	Bitcoin-laskennan energiankulutus kasvaa nopeasti	https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption	Kari Kaakko	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1475359749248293/
97	Pankkien Corda-lohkoketju avoimeen koodiin	http://www.reuters.com/article/us-banks-blockchain-r3-exclusive-idUSKCN12K17E	Harri Vartiainen	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1074032969380975/
97	Luottamusverkkoalusta Ethereum (lohkoketju)	https://www.ethereum.org/	Esa Heiskanen	4	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/681109772006632/
97	Blockchain-pohjaisia luottamusrakenteita, useita linkkejä	https://techcrunch.com/2016/02/03/lets-be-honest-about-the-problems-with-blockchain-and-finance/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893134734137467/
97	Ethereumin, Hyperledgerin ja Cordan vertailu	https://medium.com/@philipp-sandner/comparison-of-ethereum-hyperledger-fabric-and-corda-21c1bb9442f6	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1370562333061369/
97	Blockchain-sovelluksia, useita linkkejä	http://www.ibtimes.co.uk/factom-signs-smart-city-deal-roll-out-blockchain-verification-across-china-1542059	Risto Linturi	3	4	Market	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/893134734137467/
97	Lohkoketjupohjainen äänestysjärjestelmä	https://www.newscientist.com/article/mg23531424-500-bitcoin-tech-to-put-political-power-in-the-hands-of-voters/	Peter Simontschuk	3	4	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1399384293512506/
97	Ethereumille 242 toimivaa sovellusta, satoja kehityksessä	https://www.stateofthedapps.com/	Risto Linturi	3	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474449899339278/
97	Lohkoketju logistiikkasopimuksia varmentamassa	https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-23/cotton-bales-7-000-mile-trip-heralds-blockchain-future-in-trade?bcomANews=true	Vilho Ahola	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1087235691394036/
97	Ethereum-lohkoketjusovellus vihanneskauppaan	https://tokenmarket.net/blockchain/ethereum/assets/ins-ecosystem/	Leena Merisaari	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474449899339278/
97	Sähköisen äänestyksen kannatus kasvaa	https://www.it-news.com.au/news/nsw-electoral-commission-given-54m-to-rebuild-vote-465738	Juha Levo	2	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1321624831288453/
97	Blockchain logistiikkaratkaisuun (Kouvola innovation, IBM)	http://www.kinno.fi/article/teknologiajatti-ibm-ja-kouvola-innovation-yhteistyohon-kehitteilla-teollisen-internetin	Veijo Tikka	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/898379963612944/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
97	Tunisian postille Blockchain-rahaa	https://www.coindesk.com/tunisian-post-office-trials-crypto-powered-payments-app/	Tom Star-walker	2	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/874242432693364/
97	Lohkoketjuvaluutta keskuspankeille?	https://www.technologyreview.com/s/600980/a-bitcoin-style-currency-for-central-banks/	Tatu Lund	2	3	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/913020532148887/
97	IBM: lohkoketju markkinointia tehostamaan	https://digiday.com/marketing/programmatic-dumb-system-doesnt-learn-ibm-cmo-michelle-peluso-using-ai-blockchain-clean-media/	Nea Barman	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1527810960669838/
97	Blockchain-kehitysmahdollisuuksia	https://www.youtube.com/watch?v=Pu4PAMFPo5Y	Aleksi Rossi	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/556189214498689/
98	Google AI muokkaa Street View -kuvat esteettisen kauniiksi	http://www.diyphotography.net/google-ai-now-takes-professional-photos-based-street-view-images/	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1351148171669452/
98	AI luo taidetta (Creative Adversarial Networks, CAN)	https://arxiv.org/pdf/1706.07068.pdf	Aleksi Rossi	4	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1327094727408130/
98	Robottikasvi teettää teiteilijoilla jälkeläisiä BC-sopimuksilla	https://singularityhub.com/2016/12/21/this-bitcoin-eating-plant-robot-hires-artists-to-make-its-babies/?utm_content=bufferba55d&utm_medium=social&utm_source=facebook-hub&utm_campaign=buffer	Olli Soppela	3	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1141211402663131/
98	Musiikin tulevaisuus	http://www.hs.fi/kulttuuri/a1390984545889	Tatu Lund, Risto Linturi	3	4	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/510327342418210/
98	3D-tulostettua kineettistä taidetta	http://www.uusisuomi.fi/kulttuuri/76636-3d-tulostuksella-luotiin-huimaava-naky-avaa-isoksi-janauti	Olli Hieta-nen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/706484376135838/
98	VR-elämys/viihdekeskus VOID	http://thevoid.com/	Ari Ruotsalainen	2	6	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/974855302632076/
98	1218 dronen show - nelikopteritaidetta	https://www.wired.com/story/olympics-opening-ceremony-drone-show/	Risto Sivo-nen	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1559975070786760/
98	Muotoilun merkitys - kaupunkituulimyllypuut	https://www.facebook.com/NowThisNews/videos/752323541524439/?fref=nf	Olli Hieta-nen	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/695584467225829/
98	Disney: Pyörivällä led-siivellä laaja näyttöpinta	https://www.facebook.com/techinsider/videos/877767765754914/	Kari Kaakko	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1433061743478094/
98	Nelikopterit korvaavat ilotulitteet	https://www.facebook.com/thisinsider/videos/1506168603023866/?fref=nf	Pasi Laine	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/887382594712681/
98	Brainternet - aivojen EEG reaaliajassa "nettijulkaisuksi"	http://www.wits.ac.za/news/latest-news/research-news/2017/2017-09/can-you-read-my-mind	Pekko Vehviläinen	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1411150299002572/
98	3D-tulostettu kangas&senso-rit terapiakäytössä	https://www.facebook.com/MicMedia/videos/1277499499026746/	Vilho Ahola	1	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1385409858243283/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
99	GDPR voi huonosti muotoiltuna haitata AI-kehitystä	https://www.wired.com/story/dont-make-ai-artificially-stupid-in-the-name-of-transparency/	Risto Linturi	3	5	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1539602969490637/
99	GDPR saattaa kasvattaa tietoturvojen lunnasvaatimuksia	http://www.computerweekly.com/news/450430554/GDPR-could-ramp-up-cyber-extortion-demands-warns-researcher	Risto Linturi	3	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474623369321931/
99	Mydatan arvo kansantaloudelle	http://www.libertyglobal.com/PDF/public-policy/The-Value-of-Our-Digital-Identity.pdf	Ossi Kuittinen	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/882444951873112/
99	Liikennedatan ekosysteemi	http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-42_liikennetiedon_visiot_web.pdf	Risto Linturi	3	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/580563142061296/
99	MyData hallitusohjelmassa	http://fi.okfn.org/2015/05/29/mydata-mukana-strategisessa-hallitusohjelmassa/	Pia Erkinheimo	2	2	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/776489205802021/
99	MyData -ajatusten esittelyä	http://www.hs.fi/paakirjoitukset/a1402548692688?jako=95b0ef985b6f760000529c9bb30bf7da	Risto Linturi	2	2	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/582556635195280/
100	MS Mixed Reality - softalusta AR&VR	http://uk.pcmag.com/feature/88781/microsofts-mixed-reality-plans-go-far-beyond-hololens	Risto Linturi	4	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1243569742427296/
100	AR-tekijänoikeusongelmia kamerasta	http://www.gamesindustry.biz/articles/2016-10-20-pok-mon-go-is-just-the-beginning-of-an-absurd-copyright-struggle-in-ar	Laura Tiilikainen	2	6	Gov	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1073717749412497/
100	Googlen Daydream ja AR-Core etenevät AR-kehityksessä	https://www.engadget.com/2017/10/05/google-ar-ambitions/	Risto Linturi	2	5	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1474677932649808/
100	IEEE käynnistää VR/AR-standardoinnin	https://www.theverge.com/2017/5/10/15605472/ieee-standards-association-ar-vr-working-group	Risto Linturi	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1281010928683177/
101	Kaksi apinaa kloonattu (sikiöstä), ihminen kloonattavissa?	https://www.nbcnews.com/news/world/chinese-scientists-clone-monkeys-break-barrier-human-cloning-n840736	Risto Linturi	4	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1535798219871112/
101	Superionic ice - veden uusi olomuoto vahvistettu	https://www.sciencemag.org/scientists-find-a-strange-new-form-of-superionic-water-ice	Laura Tiilikainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1549044965213104/
101	Rautapohjainen suprajohde 55K	https://www.nature.com/articles/s41535-017-0076-x	Matti Aarnio	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1555824091201858/
120	Tehokas osmoosivoimalla makean ja suolaisen veden rajalla	https://phys.org/news/2017-05-harnessing-energy-freshwater-salt-water.html	Risto Linturi	3	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1480528258731442/
120	Lyhytmuistin kemiallinen parannus metyleeninsinissä	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-06/rson-mbs062116.php	Kari Vah-tiala	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/983983838385889/
120	Videoiden salattalennus hel-pottuu	https://www.hs.fi/elama/art-2000002892344.html	Pekko Vehviläinen	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/919967398120867/
120	Audioetäsensorit, HD-puhelu	http://spectrum.ieee.org/telecom/standards/full-hd-voice-will-soon-give-your-phone-an-audio-upgrade	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/774168119367463/

LIITE: Lähteet ja linkit

Teknologiauutiset ja linkit artikkelikohtaisiin joukkoistuskusteluihin							
TK ID	Linkin lyhyt kuvaus	www-linkki	TID	Tärkeys	Valmius	Luonne	FB-Postaus
120	Nopea ylääänikone	http://nextbigfuture.com/2015/11/skreemr-hyper-sonic-passenger-plane.html	Pekka Neva	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/850309305086677/
120	Tulostus UV-valolla nanopinnoitteeseen, pyyhkiytyy lämmöllä	https://sciencealert.com/scientists-invent-a-new-way-of-printing-on-paper-with-light	Risto Linturi	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1480515875399347/
120	Soijaöljyn kiinteytys ilman transrasvoja	https://www.eureka-lert.org/pub_releases/2016-12/ppc120116.php	Kari Vah-tiala	2	4	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1117788168338788/
120	Suolilieve - uusi elin löydetty ihmisestä	http://www.sciencealert.com/it-s-official-a-brand-new-human-organ-has-been-classified	Kari Alanne, Janne Nevalainen	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1151008838350054/
120	FB avaa radikaalia käyttöliittymätutkimustaan	http://mashable.com/2017/04/19/facebook-brain-interface/	Mikko Kangas	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1258147300969540/
120	Melua poistava tekniikka kehitteillä	https://www.facebook.com/humansofthefuture/videos/679308942226788/	Vilho Ahola	2	4	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1042997142484558/
120	TED: Teknologialla kaupunkimukavuudet kaikkialle	https://www.ted.com/talks/julio_gil_future_tech_will_give_you_the_benefits_of_city_life_anywhere	Johannes Hirvas-koski	2	3	Fut	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1426177670833168/
120	Sähköhoito antibiootin sijaan	http://www.eurekalert.org/pub_releases/2015-11/wsu-rda110915.php	Kari Vah-tiala	2	2	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/851377734979834/
120	SR-72 lentonopeus 6 MACH, 4500MPH - arvelu	http://nordic.businessinsider.com/lockheed-martin-sr-72-fastest-plane-ever-71-blackbird-military-defense-tech-fastest-spy-plane-mach-2017-10	Karri Kaakko	2	3	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/1437625109688424/
120	Navaton pyörä	https://www.youtube.com/watch?v=cPsY2NfPJtw	Arvo Kukko	2	3	Sci	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/625019537615656/
120	Joukkoliikennetien ratkaisu tien päällä	https://www.youtube.com/watch?v=t1gTzc7-lbQ	Jarmo Kuis-manen	-2	1	Prod	https://www.facebook.com/groups/TuVRadikaalit/permalink/880881178696156/