

Digitaalinen laatu määrä 2017

Digibarometri 2017

Julkaisijat

Liikenne- ja viestintäministeriö
Tekes
Teknologiateollisuus ry
Verkkoteollisuus ry

Toteutus

Etlatieto Oy

Kustantaja

Taloustieto Oy
Helsinki 2017

ISBN 978-951-628-686-3 (pdf)

ISBN 978-951-628-685-6 (painettu)

Tämä raportti ja siihen liittyvä materiaali ovat saatavissa osoitteessa
<http://www.digibarometri.fi>

Suosittelava lähdeviittaus tähän vuosiraporttiin:

Liikenne- ja viestintäministeriö, Tekes, Teknologiateollisuus ja Verkkoteollisuus (15.6.2017). *Digibarometri 2017*. Helsinki: Taloustieto Oy.
<http://www.digibarometri.fi>

Esipuhe

Vuosina 2014–2016 julkaistut digibarometrit ovat kertoneet kansakunnan ”digitaalisesta asennosta” ja siinä tapahtuneista muutoksista, myös suhteessa muihin maihin. Näin tänäkin vuonna. Perinteisen digibarometrin tulokset ja havainnot löytyvät julkaisun alun tiivistelmästä ja liitteestä 3. Aiemmistä vuosista poiketen muu osa **Digibarometri 2017** -julkaisusta rakentuu kuitenkin yhden teeman – tekoälyn – ympärille.

Aiempien digibarometrien perusteella tiedämme, että Suomi heräsi myöhässä digitaaliseen murrokseen mutta kiihdytti sen jälkeen varsin hyvään laukkaan. Digibarometri 2017 osoittaa, että Suomen erinomaiset edellytykset digitalisaatioon ovat realisoituneet kohtuullisen hyvin. Silti joillain keskeisillä osa-alueilla, kuten kansainvälisessä verkkokaupassa, Suomen sijoitus maavertailussa on edelleen huono.

Tekoälymarkkinoiden odotetaan kasvavan huimasti seuraavan kymmenen vuoden aikana. Suomen tekoälykärki on terävä mutta kapea – Suomessa toimii alan yrityksiä noin 350 ja tutkijoita on useissa tutkimuslaitoksissa yhteensä noin 400. Suurin osa Suomessa toimivista tekoäly-yrityksistä hyödyntää ulkopuolista ja pääsääntöisesti ulkomailla kehitettyä alustaa tai toimittajaa. Toistaiseksi tekoäly näyttää yleistyvän yksinkertaisissa sovelluskohteissa. Korkeampaa päättelyä edellyttävät toiminnot, kuten esimerkiksi syyn ja seurauksen erottaminen, ovat edelleen kehitysasteella.

Vuoden 2017 Digibarometri julkaistaan 15.6. Finlandia-talolla. Kiitos Etlatieto Oy:lle tutkimuksen ja julkaisun toteutuksesta.

Janne Hauta
Liikenne- ja viestintäministeriö

Marko Heikkinen
Tekes

Marja Hamilo ja Ville Peltola
Teknologiateollisuus ry

Tuomo Luoma ja Maria Rajakallio
Verkkoteollisuus ry

Digibarometri 2017

Esipuhe	3
Digibarometri 2017: Suomen kulta himmenee hopeaksi	5
Tekoälyn voitto?	6
Liite 1: Digibarometrini muuttajat	32
Liite 2: Digibarometrini toteutus	50
Liite 3: Digibarometrini tulokset	54
Liite 4: Tekoälyn käyttö liiketoiminnassa – yrityskyselyn lomake	61
Lähteet	64

Digibarometri 2017: Suomen kulta himmenee hopeaksi

Suomen viimevuotinen kulta himmenee hopeaksi **Digibarometri 2017** vertailussa (22 maata, 36 muuttujaa). Voittoon kirii Norja. Tanska ja Ruotsi täydentävät Pohjoismaiden kärkinelikon. Alankomaat (5.) ja Yhdysvallat (6.) ovat varsin lähellä Pohjoismaita; perää pitävät Italia ja BRIC-maat.

Digibarometrissa mitataan *digitaalisuuden yhteiskunnallista hyödyntämistä*. Koulutustason kaltaiset yleiset tekijät tai maan rooli ICT:n tuottajana eivät vaikuta sijoitukseen. Mittaus tehdään *kolmella tasolla* (edellytykset, käyttö ja vaikutukset) ja *kolmella pääsektorilla* (yritykset, kansalaiset ja julkinen).

Suomi on pitkäjänteinen ja tasainen digisuorittaja. Aiemmissa vertailuissa Suomen *edellytykset* olivat maailman kärkeä; muiden maiden kirieissä Suomen edellytykset ovat nyt vertailun kolmanneksi parhaat. Hyvät edellytykset näyttävät realisoituneen: Suomen sijoitus *käytössä* nousee kaksi pykälää (nyt 3.) ja *vaikutuksissakin* pykälän (nyt 2.). Sektoreissa *yritykset* (1.) ja *kansalaiset* (4.) Suomen sijoitus ei ole muuttunut vuoden takaisesta. Suomen *julkinen* sektori parantaa juoksuaan yhden pykälän verran (nyt 2.).

Maavertailun tulokset esitetään liitteessä 3; muuten tämä Digibarometri rakentuu tekoälyn ympärille. **Tekoälyllä** tarkoitetaan itsenäisesti toimivaa ennakointi- ja päättelyjärjestelmää. Sen markkinoiden odotetaan kasvavan huimasti. Digibarometrissa käydään läpi Suomen tekoälytilanne keväällä 2017 yrityskentän ja tutkimuksen näkökulmista.

Suomessa on 350 tekoälyfirmaa; vähintään 10 henkilön tekoälytiimi löytyy 30 yrityksestä. Kolme neljäsosaa Suomen tekoälyfirmoista hyödyntää ulkopuolista toimittajaa – enimmäkseen *Microsoftia*, *IBM:ää* tai *Googlea*, joilla kullakin on viidenneksen markkinaosuus. Tekoälytutkijoita on Suomessa 400. Instituutioiden kärkisijaa pitää Aalto-yliopisto; sen perässä tasasijalla ovat Helsingin yliopisto, Oulun yliopisto ja Tampereen teknillinen yliopisto.

Pääosa Euroopasta näyttää jääneen tekoälyjunasta jo ennen siihen nousemista. Onneksi Suomella on terävä, joskin kapea, tekoälykärki; asemamme ovat hyvät, vaikkakin vielä hauraat. Tekoälyssä piilee merkittävä potentiaali, vaikka nyky-*hype* onkin ylimitotettua. Ennen tekoälysovellusten yleistymistä olisi syytä pohtia, mitkä ovat ne ihmishenkien kannalta kriittiset tekoälyn käyttötapaukset, jotka tulisi asettaa julkisen seurannan piiriin.

Tekoälyn voitto?

Juri Mattila, Mika Pajarinen, Petri Rouvinen & Timo Seppälä

Tekoälyllä tarkoitetaan itsenäisesti toimivaa ennakointi- ja päättelyjärjestelmää, jonka sovelluskohteita ovat mm. looginen päättely, tiedon esittäminen, suunnittelu ja navigointi, puhutun kielen prosessointi sekä ympäristön havainnointi. Tekoälymarkkinoiden odotetaan kasvavan huimasti. Yksi kasvuodotuksista kertova tekijä ovat alaan kohdistuneet pääomasijoitukset, jotka ovat yli kahdeksankertaistuneet viidessä vuodessa.

Täsmennämme tässä kirjoituksessa, mitä tekoäly on – ja mitä se ei ole. Mielestämme parhaillaan käytävässä yleisessä keskustelussa tekoälyn pidemmän aikavälin mittavat teoreettiset mahdollisuudet ovat menneet sekaisin lyhyen aikavälin käytännön realisaation kanssa. Käymme läpi Suomen tekoälytilanteen keväällä 2017 sekä yrityskentän että tutkimuksen näkökulmista. Tietääksemme tämä on ensimmäinen kerta, kun nämä tekoälyn käytännön ”numeeriset ulottuvuudet” on kartoitettu Suomen osalta.

Suomessa on 350 tekoälyfirmaa, mikä on noin 0,2 % vähintään yhden henkilön työllistävästä yrityskannasta. Suomalaisittain hieman isompia, vähintään 10 henkilön tekoälytiimejä löytyy 30 yrityksestä. Maailmalla mittakaava on toki toinen: esimerkiksi yksistään kiinalaisella *Baidulla* on 1 300 tekoälykehittäjää (<https://v.gd/vCb8rp>). Suomen kärki on kapea mutta terävä; esimerkiksi vahvasti suomalaiselle osaamiselle rakentuva *The Curious AI Company* on pärjännyt hyvin kilpailussa isompien kanssa.

Kolme neljäsosaa Suomen tekoälyfirmoista hyödyntää ulkopuolista alustaa tai toimittajaa – enimmäkseen *Microsoftia*, *IBM:ää* tai *Googlea*, joilla kullakin on noin viidenneksen markkinaosuus. Näiden kolmen tukemat ja muut *open source* -pohjaiset ratkaisut voidaan laskea neljänneksi päävaihtoehdoksi tässä yhteydessä.

Suomessa on noin 400 tekoälytutkijaa. Instituutioiden kärjessä on Aaltoyliopisto sekä seuraavina tasavahvasti Helsingin yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto ja Oulun yliopisto. Ainoana yrityksenä akateemisen julkaisun *Top 10* -instituutiolistalla esiintyy *Nokia*.

Ennen tekoälysovellusten yleistymistä olisi syytä pohtia, mitkä ovat ne ihmishenkien kannalta kriittiset tekoälyn käyttötapaukset, jotka tulisi asettaa julkisen valvonnan piiriin.

Singulariteetti ei ole lähellä

Fyysikko *Stephen Hawking*, sarjayrittäjä *Elon Musk* ja *Microsoftin* toinen perustaja *Bill Gates* ovat varoitelleet tekoälyn tulevasta dominanssista; emme tässä raportissa käsittele tätä *Matrix-* ja *Terminator-* elokuvien innoittamaa kauhuskenaariolinjaa.

Etlan 70-vuotisjuhlissa 29.8.2016 MIT:n professori *Eric Brynjolfsson* toteasi tekoälyn olevan maailmanhistorian merkittävin teknologinen läpimurto; ohitamme tässä kirjoituksessa myös tämän ruusunpunaisen optimistisen linjan. Leikkaamme näiden kahden linjan välistä – realistisesti mutta avoimesti tähän hetkeen ja tulevaisuuteen katsoen.

Tavoitteenamme on käsitellä tekoälyä sellaisena kuin se ilmenee Suomessa nyt, alkukesällä 2017. Tiedostamme, että retoriikassa olemme lähestymässä Suomen tekoäly-*hype*n huippua; viimeistään vuoden päästä käsillä on tekoälykrapula. Sitä potiemme emme tule huomanneeksi, että samalla tekoälyn todelliset sovellukset yleistyvät. Kymmenen vuoden kuluttua tekoäly tulee olemaan digitalisaation keskeisimpiä alalohkoja, vaikka sen laajamittaisia ”raskaan teollisuuden” sovelluksia saadaan odottaa arviolta parikymmentä vuotta.

”Pääministeri Juha Sipilä julisti helmikuun alussa, että Suomi haluaa tekoälyn ykkösmaaksi... Todellisuudessa tekoälyn, koneälyn tai AI:n kehitys on jo maailman suurimpien yhtiöiden, kuten Googlen, Facebookin, Amazonin ja IBM:n käsissä.”

Kauppalehti 28.2.2017, s. D28.

Kun olemme tonkineet tekoälyä keväällä 2017, *déjà vu* on tullut useamman kerran: emmekö olleet tässä *hype*-tilanteessa teollisen internetin suhteen vuosina 2014–15 ja lohkoketjuteknologioiden suhteen vuosina 2015–16? Ja käykö tässä kuten vaikkapa e-kaupassa tai pilvipalveluissa, että Suomessa ja Euroopassa herätään myöhään ja silloinkin vain osittain?

Tekoälyn kehitys on epävarmaa. Nykyinen *hype* perustuu osin siihen, että moneen digi-ilmiöön liittyvä eksponentiaalinen kehitys potkii myös tekoälyn tapauksessa. Tähän onkin hyvä varautua – mutta matkassa on myös mutkia. *Kevin Kellyn* haastattelemalla (<https://v.gd/Zxr3CJ>) tekoälyn ”oppisän” *Ray Kurzweilin* näkemys on, että tekoäly sinänsä ei kehity eksponentiaalisesti, vaan tasoittain. Uuden ”edistystason” saavuttaminen vaatii eksponentiaalisesti enemmän laskentatehoa, algoritmeilta ja näiden hyödyntämiseen liittyviltä ponnisteluilta. Tekoälyn panosten ja tuotosten kehityksissä voi siis olla selvä ero. Lisäksi aiemmasta historiasta tiedetään, että

hyvienkin ohjelmistoratkaisujen yleistyminen saattaa kestää pitkään, varsinkin jos niiden tueksi tarvitaan täydentäviä käyttäytymis- ja organisaatiomuutoksia.

Tekoälyn kehittämistä ja soveltamista värittää suurten ja varakkaiden eturintamayritysten kilpajuoksu. Vaikka kuvion 1 tekoälypatenttien määrä on vaillinainen mittari tekoälypanostuksille, niin voidaan todeta, ettei Eurooppa näyttäydä kovin keskeisenä pelaajana tässä kilvassa (osin kyse on myös patenttijärjestelmien eroista ja eurooppalaisten yritysten vähäisemmästä halusta käyttää patenteja suojautumiskeinona).

Tekoäly on konepäätelyä

Tekoäly määritellään useimmiten ihmisälyä jäljitteleväksi ohjelmistoksi. Yleisyydestään huolimatta tämä määritelmä on surkea. Kyse ei ole vielä pitkään aikaan ihmisälyn kaltaisesta yleisestä ajattelusta, vaan **tekoäly esiintyy vain heikossa muodossa**. Tekoälyn sovellukset ovat pistemäisiä – ikään kuin tähtiä yötaivaalla. Lisäksi kyse ei ole älystä lainkaan, vaan algoritmeista.

Ihmisälyn ainakin tusinasta ulottuvuudesta tekoäly koskettaa lähinnä yhtä. Onnistuneempi nimi tekoälylle olisikin vaikkapa **konepäätely**. Niin tai näin, käytämme tässä raportissa yleistermiä tekoäly, jonka taustalta löytyy nippu mm. koneoppimiseen ja neuroverkkoihin liittyviä tekniikoita.

Tekoälyn erottaminen mistä tahansa softasta on vaikeaa. Vaikeutta lisää se, että *hypen* myötä vanhan ja asiaan liittymättömänkin tekemisen kylkeen liimataan mieluusti tekoälytarra seksikkyyttä lisäämään. Ytimeltään **teko-**

älyllä tarkoitetaan itsenäisesti toimivaa ennakointi- ja päätelymenetelmää, jonka perustana ovat moniulotteisia ja epälineaarisia todennäköisyyksiä hyödyntävät koneoppimistekniikat. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sopivasti strukturoitu tietomassa alistetaan algoritmien murskattavaksi, jolloin tuotoksena saa-

”Loop AI Labsin Jaana Heikkilä... kuvailee itseoppivaa tekoälyä pikkulapseksi, joka oppii yhdessä yössä.”

Kauppalehti 11.4.2017, s. B15.

daan havaintoja asioiden välisistä yhteyksistä (korrelaatioista). Erona perinteiseen analytiikkaan on se, ettei sovellettavaa mallia ole määrätty ennalta ihmisohjelmoijan toimesta. Tekoälyalgoritmi tuottaa mallin itsenäisesti ja saattaa myös kehittää sitä lähtödatan muuttuessa tai tuotettujen tietojen soveltamisen perusteella.

Vaikka tekoälyssä on vallankumouksellisia piirteitä, se on vuosikymmeni- en digitalisaatiokehityksen jatkumoa. Silti se tuo paljon uutta ja avaa laa- dullisesti uuden vaiheen digitalisaation kehityksessä. Teollisen vallankumo- uksen airut oli *James Hargreavesin* vuonna 1770 patentoima Kehruu-Jenny (*spinning jenny*), joka mahdollisti useiden lankojen keh- räämisen samanaikaisesti ja siten koneisti keskeistä osaa tekstiilituotannosta. Tekoälyl- lä on mahdollisuus nousta samankaltaiseen rooliin digitalisaatioissa – sen myötä on mah- dollisuus automatisoida nykyisten käsityöläis- koodareiden ja artesaanianalyttikkojen työtä.

“... We are a long way from machines that are as intelli- gence as humans—or even rats. So far, we’ve seen only 5% of what AI can do.”

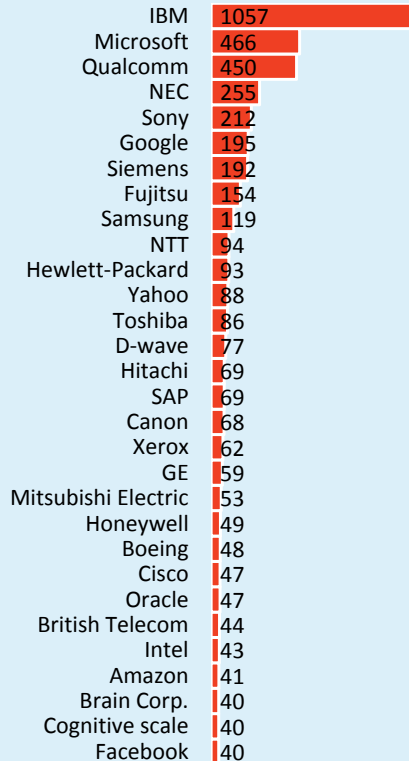
Yann LeCun
Facebook, Director of Research,
(<https://v.gd/RxI37m>)

Kuvio 1

Tekoälyyn liittyvien patenttien lukumäärä vuosina 2000–2016.

IBM:llä on selkeästi suurin teko- älyyn liittyvä patenttisalkku ennen Microsoftia ja Qualcommia.

Lähde: Hidemichi ja Shunsuke (2017).



Mitä uutta?

Perusajatuksena tekoälyn taustalla on seuraava periaate: sen sijaan että ihmiset kertovat tietokoneelle mitä tehdä, kone päättää siitä itse. Jotta se tähän pystyisi, ihminen tekee toki monia keskeisiä ratkaisuja alkaen lähtötietojen valinnasta ja muokkaamisesta.

Tekoälyn suuri lupaus on, että ajan oloon hieman mutkikkaammat ja tähän asti tiukasti ihmispäissä tapahtuneet kognitiiviset rutiinit voivat siirtyä koneille.

Tekoälyn keskeisimmät vahvuudet liittyvät tietysti määrään ja nopeuteen.

“Humans can typically create one or two good models a week... machine learning can create thousands.”

Thomas Davenport
professori, Babson College,
(<https://v.gd/wzviET>)

Siinä missä ihminen ehtii tuottaa ja testata muutamia vaihtoehtoisia (ajatus)malleja, tekoälyllä on mahdollisuus tuhansien mallien tuottamiseen ja vertailuun. Uuden erilaisen tiedon myötä ihminen aloittaa mallintamisensa alusta; parhaimmillaan tekoälyn tuottama malli adaptoituu datan kumuloituessa.

Lisäksi tekoälyn vahvuutena on se, että sitä eivät rajoita aiemmat ajattelukaavat tai -viitehyökset eikä sen yhtä aikaa hahmottamille ulottuvuuksille ole periaatteellisia rajoitteita (useimmille ihmisille jo muutaman ulottuvuuden määrittäminen on ylitsepääsemättömän haastava).

Tekoälyllä on ilman muuta haasteensa, joista muutamia sivutaan laatikossa 1. Tekoälyllä on sovelluskohteensa, mutta ihmisajattelua se ei korvaa kuin tietäillä alueilla.

Miksi nyt?

Digitaalisenkin tietotekniikan aika on kestänyt pian viisikymmentä vuotta, ja idea tekoälystä on tätäkin vanhempi. Miksi tekoälyn vallankumous on käsillä vasta nyt? Lyhyt vastaus: datan, laskentatehon ja algoritmien puolesta maailma ei ollut aiemmin valmis.

Datan kirjon ja määrän – sekä ehkä kuitenkin tärkeimpänä *käsiteltävyyden* – räjähdysmäinen kasvu on hyvin tiedossa mutta silti sen jonkinmoinen konkretisoiminen yllättää aina: 90 % maailmassa tällä hetkellä tallennetusta digitaalisesta tiedosta on syntynyt viiden viimeisen vuoden aikana (*The Royal Society*, <https://v.gd/EAVMWS>). Tämä räjähdys liittyy erityisesti mobiililaitteiden ja sensoreiden generoimaan dataan.

Laatikko 1

Koneoppimisen pitäisi päästä korrelaatioista pohjimmaisiiin syihin.

Stanfordin professorin *Susan Atheyn* mukaan pääosa koneoppimisen sovelluksista on vain hyvin toimivia versioita sinänsä yksinkertaisesta asiasta. Pääosin nämä sovellukset tukeutuvat tietokoneiden avainvahuuteen: suurten tietomassojen seulomiseen asioiden välisten yhteyksien löytämiseksi ja näihin yhteyksiin perustuvien ennusteiden tuottamiseen. Ympäriävän maailman pysyessä samankaltaisena ei juuri ole merkitystä sillä, miten algoritmi toimii ja sen hyvyttä on helppo testata historiallisella datalla. Tällöin ennakointialgoritmin käyttö ei vaadi paljoakaan asiantuntemusta.

Koneoppimisalgoritmit eivät kuitenkaan ole hyviä erottamaan toisistaan asioiden välistä sattumanvaraista yhteyttä (korrelaatiota) ja syy-seuraus-suhdetta (kausaliiteettia). *Athey* toteaaakin, että ”jotkut ongelmat eivät yksinkertaisesti ole ratkaistavissa yhä suuremmalla datamäärällä ja yhä mutkikkaammilla algoritmeilla.”

Monissa päätöksentekotilanteissa – esimerkiksi yritysstrategioita tai yhteiskuntapolitiikkaa pohdittaessa – on tarpeen yhdistää koneoppimista ja syy-seuraus-suhteiden hahmottamiseen soveltuvia tekniikoita.

Arvostetun *Science*-lehden artikkelissaan *Athey* käy läpi useita tapauksia, joissa yleisesti käytetyt koneoppimismenetelmät eivät tarjoa apua syy-seuraus-suhteiden tunnistamisessa.

Pitäisikö yrityksen esimerkiksi panostaa asiakkaisiin, jotka se on todennäköisimmin menettämässä kilpailijalleen? Tavanomaiset koneoppimistekniikat sopivat mainiosti asiakaskohtaisen loikkaustodennäköisyyden arviointiin, josta olisi helppo oikaista asiakaskohtaisten tarjousten ja muiden myyninedistämistoimien kohdistamiseen. Mutta, mutta: yrityksen lopputavoitteena onkin niukkojen myyninedistämisresurssien kohdentaminen siten, että panos *aiheuttaa* mahdollisimman suuren kannattavuusvaikutuksen. Tämä on paljon vaikeampi ongelma ja saattaa edellyttää sitä, että yritys muodostaa satunnaiskoeasetelman siten, että erilaisiin asiakkaisiin suunnataan vaihtoehtoisia myyninedistämistoimia ja tämän koeasetelman tulemien perusteella muodostetaan paras strategia. *Atheyn* esimerkkitalouksessa suurimman loikkaustodennäköisyyden asiakkaista vain noin puolet oli myyninedistämistoimien piirissä, kun panokset kohdistettiin optimaalisesti.

Toisessa *Atheyn* käsittelemässä esimerkissä ennakointimalleja käytettiin määrittelemään se, kenelle ei kannata tarjota lonkan tekonivelleikkausta lyhyen odotettavissa olevan eliniän johdosta (leikkauksesta toipuminen heikentäisi loppuelämän laatua suhteettoman paljon). Tästä menetelmästä ei kuitenkaan ole apua päätettäessä, missä järjestyksessä ihmisiä tulisi leikata.

Monissa asiayhteyksissä satunnaiskokeet ovat kausaalisen päättelyn standardi, mutta usein niiden toteuttaminen ei ole mahdollista. Tällöin koneoppimista sivuavilla tekniikoilla ei juuri ole käyttöä – ja ihmisasiantuntemukselle on kosolti tarvetta.

Lähteet: *Stanford Graduate School of Businessin* blogi (<https://v.gd/ZC3iEc>) ja *Athey* (2017).

Vakioidun laskentaoperaation suorittamiseen liittyvä kustannus on laske-
nut käsittämättömät 53 % vuodessa – alkaen jo vuodesta **1940** (Nordhaus,
2015). Puhtaan tehon ohella kyse on myös sen soveltuvuudesta: peleihin

*”Nvidia dominoi kasvavaa teko-
älyprosessorimarkkinaa hyödyn-
tämällä älykkäästi onnekasta yh-
teensattumaa. Tietokonegrafiikan
taustalla olevat matemaattiset
operaatiot ovat samoja kuin kone-
oppimisessa ja neuroverkoissa.”*

MIT Tech Review
(<https://v.gd/RZ9O1Y>)

kehitettyt grafiikkaprosessorit ovat kuin
luotuja tekoälylaskentaan – niiden omi-
naisuuksia hyödyntäen hyvinkin teho-
kas tekoäly-yksikkö ei ole juuri vanhaa
pöytä-PC:tä kummempi. Vielä helpompi
vaihtoehto ovat pilvipalvelujen kylkiäisi-
nä tarjottavat tekoälyratkaisut, joita voi
ostaa myös käyttövalmiiksi jalostettui-
na moduuleina. Digille tavanomaiseen
tapaan tähänkin kohtaan on keksitty
kryptinen kirjanyhdistelmä, mikä tässä

tapauksessa on tietysti **AI-aaS** (*Artificial Intelligence as a Service*). Jos omaa
asiantuntemusta ei löydy, tekoälyä sivuavat konsultti- ja palvelumarkkinat
alkavat olla kehitysvaiheessa, jossa ulkoistaminen on melko suoraviivaista.

Vaikka laskentatehoa usein korostetaan, nopeampi ja merkittävämpi kehi-
tys liittyy algoritmeihin eli siihen, kuinka fiksusti laskentaa tehdään. Mas-
siivisen tieteellisen ja kaupallisen panostuksen johdosta tekoälyalgoritmit
ovat kehittyneet huimasti muutamassa vuodessa. Lisäksi myös kaupallisel-
la puolella vallitsee poikkeuksellisen avoin kulttuuri oman kehitystyön he-
delmien jakamisesta. Kiihtyvällä tahdilla kehittyvät algoritmit ovat siten
varsin hyvin saatavilla vieläpä niin, että niitä on paketoitu valmiisiin sovel-
lustyökaluihin. Monia tärkeitä tekniikoita ja työkaluja kehitetään avoimen
lähdekoodin periaatteella. Yksi keskeinen läpimurto tällä saralla tapahtui
2015, kun *Google* siirsi sisäisesti kehittämänsä *TensorFlow*n avoimen
lähdekoodin ohjelmistoksi.

Laaja kirjo sovelluskohteita

Tekoäly on ehkä helpointa mieltää sen sovelluskohteiden kautta, joita luo-
kitellaan lukuisilla keskenään samankaltaisilla tavoilla. Pääomasijoittaja
Frank Chen (*Andreessen Horowitz*, <https://v.gd/O42P8j>) käyttää seuraavaa
tekoälyn käyttökohteiden luokittelua:

- Looginen päättely
- Tiedon kuvaus/esittäminen
- Suunnittelu ja navigointi
- Puhutun kielen prosessointi
- Fyysisen tai virtuaalisen ympäristön havainnointi.

Luonnollisesti tekoäly yhdistyy muuhun teknologiaan esimerkiksi autonomisessa liikenteessä, jonka keskeisimmät ratkaisemattomat haasteet liittyvät nimenomaan tekoölyyn.

Itseään ajava auto ei aja tiellä, se ajaa digitaalisella kartalla (siis omasta näkökulmastaan; me analogiset ihmiset tietysti näemme sen tiellä, jos se on sinne päästetty). Kartat ovat kahta tyyppiä: ensimmäinen on tiestön laaja kuvaus, jonka perusteella auto optimoi reittinsä. Tämä *Nokia HERE*:ssä myytiin saksalaisille autonvalmistajille. Toinen kartta muodostuu reaaliaikaisesta näkymästä auton lähiympäristöstä. Sen muodostaminen alkaa auton täsmällisestä sijoittumisesta laajemmalla digikartalla (mieluummin sentilleen kuin metrilleen) ja täydentyy lukuisilla autoon lisätyillä sensoreilla. Onko tielle leijuva juttu tyhjä muovipussi vai jalkapallo? Jos muovipussi, aja huoletta yli; jos jalkapallo niin hidasta, koska kohta sen perässä juoksee kohta pelaaja. Ovatko tien poikki tipahtaneet esineet harkkotiiliä vai tyhjiä pahvilaatikoita? Jos harkkotiiliä, tee hätäjarrutus; jos tyhjiä laatikoita, aja yli. Tekoälyä tarvitaan kaikkeen tähän reaaliaikaiseen havainnointiin ja päätöksentekoon. Järjestelmän olisi pystyttävä virheettä oikeisiin päätelmiin myös tilanteessa, jollaista se ei ole kohdannut koskaan aiemmin.

”DLA Piper ottaa Suomessa ensimmäisenä asianajotoimistona käyttöön tekoölyn. Aluksi se vie juristeilta rutiinitöitä.”

Kauppalehti 31.3.2017
(<https://v.gd/45GK7D>)

Autonomisen liikenteen pohdinnan perusteella on helppo oivaltaa, että on tekoälysovelluksia ja sitten on *tekoälysovelluksia*.

Netflixin elokuvaus suositus on joskus taianomainen ja tarjoaa sinulle uuden kokemuksen, jota et olisi muuten koskaan löytänyt. Tässä yhteydessä huono suositus on pahimmillaankin melko harmiton. Juuri tällaisessa käytössä tekoäly on parhaimmillaan – keskimäärin ja tilastollisesti suositus on oikein. Vaikkapa liikenteessä oikeita ihmisiä kyyditettäessä ja heidän keskuudessaan liikuttaessa tekoölyn pitäisi pystyä virheettömään suoritukseen. Jos ei nyt aina, niin ainakin 99,9999 % tapauksista – mukaan lukien aiemmin tuntemattomat skenaariot. Vaikka ihmiskuskin normitaso saattaa olla helppo ylittää, se ei loppupeleissä ole se standardi, johon tekoälyä verrataan. Nämä *tekoälysovellukset* eivät ole vielä pitkään aikaan hyllytavaraa.

Arviot tekoälymarkkinoiden koosta ovat häilyviä

Mikä on tekoälymarkkinan koko? Kysymys on intuitiivinen, mutta vaikea. Panoksina tekoälyssä tarvitaan järjestelmän opettamiseen soveltuva lähtödata, järjestelmää käytettäessä kerättävä ja järjestelmää jatkuvasti jalostava data

sekä tietysti tallennuskapasiteettia, laskentatehoa ja algoritmeja. Toimies-
saan järjestelmä tuottaa ennakoiteja ja päättelyjä eri muodoissa. Tekoäly-
markkinoita voidaankin ajatella sekä panosten että tuotosten näkökulmista.

Toisin kuin usein ajatellaan, ”lähtödatalla” ei ole oikein minkäänlaista toimi-
vaa markkinaa ja ylipäättään olemassa olevassa datassa on pikemminkin kyse
meren saarista kuin itse merestä – toisin sanoen tietomäärän räjähdyses-
tä huolimatta pääosaa tarvittavasta tiedosta ei ole valmiiksi digitoituna mis-
sään. Lisäksi se ei joko ole kaupan tai sen hankkimiseen liittyä suuria kaupan-
käyntikustannuksia (ml. epävarma ja epäsymmetrinen info datan laadusta).

Reaaliaikaisempaan tietoon puolestaan tarvitaan joko sensoreita tai ase-
moitumista kohtaan, jossa uusi tieto havainnoidaan suoraan tai ”pakoput-
ken kautta” (jälkimmäisestä esimerkkinä vaikkapa se, että Etna ennustaa
Google-hakujen perusteella päiväkohtaista työttömyysastetta – siis datalla,
joka ei ole lainkaan tarkoitettu tähän käyttöön).

Tekoälyrauta on hyllytavaraa, joskin aivan eturintaman sovelluksissa saa-
tetaan päätyä esimerkiksi omien mikroprosessoriarkkitehtuurien kehittä-
miseen. Perusalgoritmit saa helposti ja ilmaiseksi esimerkiksi osana *Tensor-
Flow*ta ja vielä paketoimattomista algoritmeista saa ilmaisia vinkkejä esi-
merkiksi alan tieteellisestä kirjallisuudesta. Kaupallisesti paketoituja algo-
ritmeja saa mm. pilvipalvelutoimittajilta.

Kaupallisia tekoälypanoksia summaamalla voi haarukoida tekoälymarkki-
noiden kokoa, joskin näin saa varsin kalpean kuvan ilmiöstä, koska teko-
älyn pihvi ei ole panoksissa vaan soveltamisessa. Tekoäly on työkalu, jota
voidaan soveltaa minkä tahansa tavarahan tai palvelun tarjonnassa ja käytös-
sä. Sen loppumarkkina-arvo onkin jonkinmoinen siivu kunkin sitä sovelta-
van yritysten tarjonnasta. Nämä siivut ovat vaikeita tai mahdottomia mita-
ta. Edes niiden synnyttämiseen liittyvät panokset eivät ole helposti mitat-
tavissa, koska tarvittava kehitys- ja ylläpitotyö ei tule kunnolla dokumentoi-
duksi (ainakaan yrityksen ulkopuolella).

Vaikka juuri tulimme sanoneeksi, että tekoälymarkkinan mittaaminen on
epätoivoista, tässä muutamia estimaatteja (markkinan kokoa enemmän
niissä on syytä kiinnittää huomiota kasvun ajoitukseen ja nopeuteen):

- *Markets&Markets* arvioi globaalin tekoälymarkkinan arvoksi USD
5,05 miljardia vuonna 2020 ja sen vuosikasvuksi 2016–2020 62,9 %
(<https://v.gd/npRfVI>).

Laatikko 2

Kenellä on vastuu tekoälyn turvallisuudesta?

Itsehajautuvien autojen ensimmäiset prototyypit ovat liikkeellä. Viime kesänä nähtiin ensimmäinen tekoälyn virheestä aiheutunut kuolonkolari, kun Teslaa ohjanneet algoritmit eivät tunnistaneet raskaan liikenteen ajoneuvoa kirkasta taivasta vasten.

Mitä monimutkaisempiin käyttötapauksiin tekoälyn hyödyntämisessä mennään, sitä useammin törmätään tilanteisiin, joissa tekoälyn virheellinen päätelmä voi johtaa ihmishenki-en menetykseen tai muihin mittaviin vahinkoihin.

Kriittisissä järjestelmissä tekoälyn algoritmien auditoinnista voisikin löytyä apu ihmishenki-en säästämiseksi. Ajatuksena olisi tällöin, että vain ne algoritmit, jotka ovat etukäteen tarkistettuja ja joille on myönnetty myyntilupa, voidaan markkinoida ja toimittaa osana laajempaa kokonaisuutta, kuten itseajavan autoa. Ainakin Yhdysvalloissa autoteollisuus onkin suhtautunut varsin suopeasti käyttämiensä tekoälyalgoritmien avoimuuteen ja läpinäkyvyyteen.

Tekoälyn algoritmien auditointi ei kuitenkaan aina ole mahdollista. Esimerkiksi neuroverkkokojen kohdalla tekoälyn monimutkaisen päättelylogiikan ymmärtäminen voi olla harjaantuneellekin ihmismielelle ylitsepääsemättömän vaikeaa. Vaikka intuition tavoin tällainen tekoäly kerta toisensa jälkeen tekisikin oikeita päätelmiä, sen ”järjenjuoksu” — eli lopputulemaan saapumisen tapa — jää usein mysteeriksi. Kun päätelmään vaikuttaneita tekijöitä ei täysin tunneta, on tekoälyn luotettavuuden arviointi hankalaa: pieninkin muutos lähtöarvoissa voi johtaa erilaiseen lopputulokseen, eikä tietyn päätelmän oikeellisuutta voi ennustaa muiden päätelmien osuudesta.

Tekoälyn auditointiin voitaisiinkin soveltaa myös esimerkiksi lääkeaineiden ja lääkinnällisten laitteiden turvallisuustestauksen menetelmiä (esim. lääkinnällisten laitteiden tapauksessa: Euroopan neuvoston direktiivi 2007/47/EY sekä Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 629/2010). Tekoälyn käyttöönoton ehtona voitaisiin edellyttää ennakkohyväksyntää. Tällöin tekoälyn perusturvallisuutta koskevat määrittelyt tehtäisiin ensin simulaatioiden sekä vapaaehtoisista muodostettujen testiryhmien avulla valvotuissa olosuhteissa ja poristetusti laajennetuissa koejärjestelyissä.

Olisi siis syytä pohtia jo ennen tekoälysovellusten yleistymistä, mitkä ovat auditointia vaativat kriittiset käyttötapaukset.

Lähteet: Kirjoittajien BRIE-ETLA-keskustelut Berkeleyn yliopistossa 12–13.2.2016; G. Parkerin (Dartmouth), A. Davidsonin (New America Foundation) ja M. Schragen (MIT) paneeli-keskustelu ISA 2017 -konferenssissa (Washington DC, 26.5.2017).

- *Tractica* pistää paremmaksi ja arvioi markkinakooksi USD 36,8 miljardia vuonna 2025, mikä vuoden 2016 643,7 miljoonasta tarkoittaisi 56,7 % vuosikasvua (<https://v.gd/tDKoOg>).
- Tätä huutokauppaa johtaa kuitenkin *McKinsey*, jonka arvion mukaan tekoälysovellusten markkina olisi USD 127 miljardia vuonna 2025 (<https://v.gd/iuvThQ>).

Tekoälyyn liittyvä kultakuume nousi tappinsa vuonna 2016 ja kuumehoureiden oletetaan jatkuvan ainakin seuraavat kymmenen vuotta. Käytännössä tämä näkyy siinä, että mm. *Alibaban*, *Applen*, *Baidun*, *Googlen* ja *Facebookin* kaltaiset globaalit suunnannäyttäjyritykset rekrytoivat osajia ja ostavat alan startupeja pakkomielteenomaisesti.

Panospuolen tekoälymarkkinoilla kyse on paljolti peruselementeistä, kuten prosessoreista. Tässä lähtötilanteessa markkina – ajattelipa sitä panosten tai tuotosten näkökulmasta – on tukevasti tulevaisuudessa ja sen arvioitu koko on pikemminkin arvausten kuin analyysien varassa.

Tekoälysovellukset eivät tietenkään jakaudu tasaisesti toimialoittain tai sovelluskohteittain. Tarkemmin ajateltuna ennakointi ja päättely liittyvät kuitenkin lopulta lähes kaikkeen inhimilliseen toimintaan, joten lopulta vaikutukset leviävät laajalle.

Missä tekoälyn taloudelliset vaikutukset ovat suurimmillaan? Luonnollisesti siellä, missä ollaan puhtaimmin tekemisissä tietoprosessien sekä enna-

koinnin ja päättelyn parissa – yhdistettynä kyseisen markkinan kokoon. Käytännössä siis esimerkiksi terveydenhoidossa.

”Testasimme Watsonia vastasyntyneiden teho-osastolla. Selvitimme, miten hyvin se osasi tunnistaa lapsen alkavan verenmyrkytyksen, joka on hengenvaarallinen tila. Tulos oli, että Watson havaitsi tämän paremmin kuin lääkärit.”

Markku Mäkijärvi
Husin johtajaylilääkäri;
Helsingin Sanomat, 25.2.2017, s. D10.

Venture capital -pääomasijoittajat ovat erikoistuneet ”juuri horisontin tuolle puolen” katsomiseen. He haluavat sijoittaa ideoihin, jotka kasvattavat eniten markkina-arvoaan muutamien vuosien aikavälillä. Niinpä pääomasijoittajien panostuksia voi käyttää jonkinlaisena kuumemittarina siitä, mitä tuleman pitää. Kuviosta 2 havaitaan,

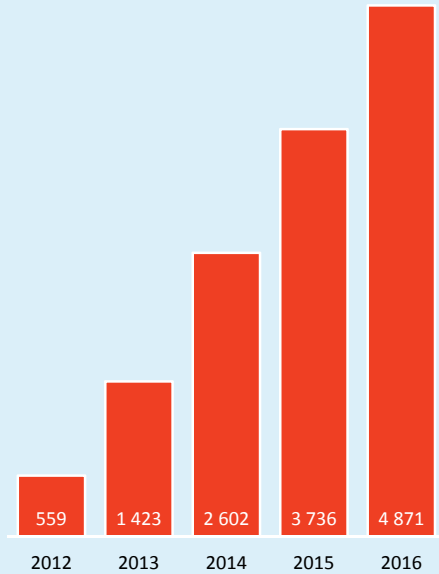
että VC-sijoitukset ovat yli 8-kertaistuneet viidessä vuodessa ja olivat USD 5 miljardia vuonna 2016 (kuvio 2).

Kuvio 2

Pääomasijoitukset aloittaviin tekoäly-yrityksiin (milj. USD).

Pääomasijoitukset startupeihin, jotka kehittävät tai hyödyntävät tekoälyä liiketoiminnassaan, ovat yli 8-kertaistuneet viidessä vuodessa.

Lähde: CB Insights (<https://v.gd/NbWq48>).

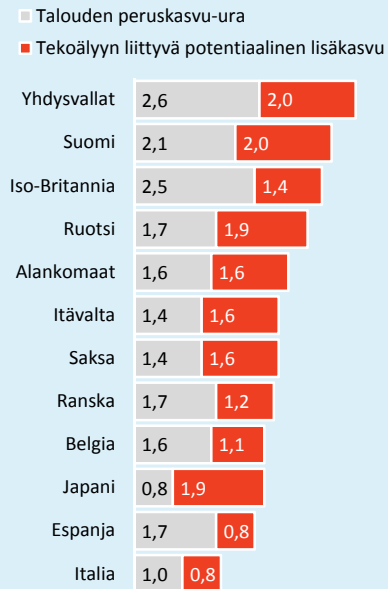


Kuvio 3

Tekoälyn potentiaalinen kasvu-vaikutus eri maissa vuoteen 2035 saakka (keskimäärin vuodessa, %).

Tekoälyyn liittyvät potentiaaliset talouden kasvuvaikutukset ovat suurimmat Yhdysvalloissa ja Suomessa.

Lähde: Accenture ja Frontier Economics (<https://v.gd/yxbYhS>).



Mitkä ovat tekoälyn lopulliset yhteiskunnalliset vaikutukset? Jos kohta markkinaestimaattien tuottamisessa haasteet ovat suuria, ne eivät ole mitään verrattuna tämän kysymyksen asettamaan haasteeseen. Tämä ei ole estänyt *Accenturea* ja *Frontier Economicsia* yrittämästä. Esimerkiksi Suomen tapauksessa tämä parivaljakko katsoo, että tekoälyn täysimääräinen hyödyntäminen voisi jopa tuplata Suomen talouden keskikasvun vuoteen 2035 asti.

Tekoälyn käyttö suomalaisten yritysten liiketoiminnassa

Kartoitimme tekoälyn käyttöä suomalaisten yritysten liiketoiminnassa hyödyntäen Tilastokeskuksen tuoreinta yritysrekisterin vuositilastoa (vuosi 2015) sekä *Vainu.io*:n tietokantaa, joka käsittää mm. erilaisia digitalisaatioon liittyviä indikaattoreita ja kattaa Suomen koko yrityskannan (kevään 2017 tiedot).

Ensimmäinen kriteerimme tekoäly-yritysten kartoituksellemme oli, että Tilastokeskuksen yritysrekisterissä olevalla havaintoyksiköllä on jokin varsinaiseen liiketoimintaan viittaava yritysmuoto.¹ Yritysrekisterissä on myös mm. asunto-osakeyhtiöitä, yhdistyksiä, säätiöitä ja kuolinpesiä, jotka eivät ole varsinaisesti liiketoimintaa harjoittaviksi luotuja yksiköitä, ainakaan siten kuin yleensä yritystoiminta mielletään. Lisäksi tällaisen yritysmuodon omaavan havaintoyksikön tuli olla aktiivinen. Tätä mittasimme sillä, että yritys työllisti vähintään yhden työntekijän (ml. mukana olevat elinkeinonharjoittajat ja yrittäjät). Tällaisia yrityksiä yritysrekisterissä oli 146 496.

Seuraava kriteerimme oli, että havaitsimme yrityksellä olevan omat www-sivut *Vainun* tietokannassa – noin 40 %:lla yrityksistä oli tällaiset. Kohdistimme www-sivut omaaville yrityksille neljä hakukriteeriä ja määrittelimme yrityksen tekoäly-yritykseksi, mikäli se sai positiivisen tuleman yhdesäkin haussa. Ensimmäiseksi hyödynsimme *Vainun* valmiiksi koodaamaa indikaattoria, jonka perusteella yritys on heidän tiedon jalostusprosessissaan tunnistettu tekoälyä hyödyntäväksi tai kehittäväksi yritykseksi. Täydensimme listaa sen jälkeen tekemällä kolmeen *Vainun* tietokannassa olevaan aineistolähteeseen 26 erilaista sanahakua.² Ensin teimme sanahaut yritysten www-sivuilta. Tätä seurasivat sanahaut yritysten rekrytointi-ilmoituksiin, joista otimme mukaan kaikki yritykset, jotka olivat olleet rekrytoimassa viime vuosina tekoälyosaajia. Lopuksi kohdistimme samat sanahaut yritysten toimintakertomuksiin. Kaikkiaan nämä neljä hakua tuottivat tulokseksi 358 yrityksen joukon, ts. noin 0,2 % kaikista vähintään yhden henkilön työllistävästä yrityksistä (kuvio 4).³

Saadaksemme tarkempaa tietoa, miten ja missä laajuudessa nämä yritykset hyödyntävät liiketoiminnassaan tekoälyä, teimme kohdejoukollemme internet-pohjaisen kyselyn, jonka lomake on dokumentoitu liitteessä 4. Vastaaajat kyselyyn ”rekrytoitiin” sähköpostilla, jossa oli linkki itse kyselyyn. Etsimme yritysten toimitusjohtajien ja heidän sähköpostiosoitteidensa tietoja *Asiakastieto Oy:n Yritysfiltteri Pro* -palvelun kautta. Löysimme palvelusta kaikkiaan 346 yritykselle kontaktitiedon, joista 287 osoittautui toimiviksi niin, että sähköposti meni kyselyjärjestelmän lokitietojen perusteella vastaanottajalle. Kaikkiaan kyselyyn vastasi 94 yritystä, ts. 32,8 % perille menneistä rekrytoinneista aktivoitui.

Tekoäly-yrityksiä myös muilla aloilla kuin softassa

Merkittävin osa, kaksi viidestä, tekoälyä hyödyntävistä yrityksistä toimi ohjelmistosuunnittelussa (kuvio 5). Huomionarvoista on, että niitä on tietotekniikkaan liittyvien alojen lisäksi myös esimerkiksi liikkeenjohdon konsultoinnissa, arkkitehti- ja insinööripalveluissa sekä luonnontieteen ja tekniikan tutkimus- ja kehittämistoiminnassa.

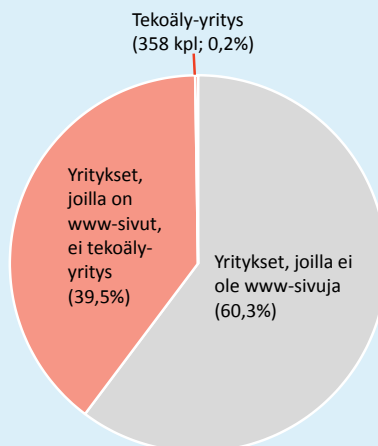
Alueellisesti kolme neljäsosaa tekoäly-yrityksistä sijaitsee Uudellamaalla (kuvio 6) eli selvästi muita yrityksiä todennäköisemmin. Myös Pirkanmaalla, Pohjois-Pohjanmaalla ja Varsinais-Suomessa toimii yli kymmenen tekoälyä hyödyntävää tai kehittävää yritystä. Muissa maakunnissa on vain yksittäisiä tällaisia yrityksiä.

Kuvio 4

Tekoäly-yritysten osuus vähintään yhden henkilön työllistävästä yrityskannasta, %.

Suomessa on runsaat 350 tekoälyä kehittävää tai sitä liiketoiminnassaan hyödyntävää yritystä.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.



Kuvio 5

Tekoöly-yritysten 10 merkittä- vintä toimialaa (%-osuus tekoöly-yrityksistä).

Merkittävin osa tekoöly-yrityksistä toimii ohjelmisto-alalla.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat. Suluissa Tol-2008 toimialakoodi.

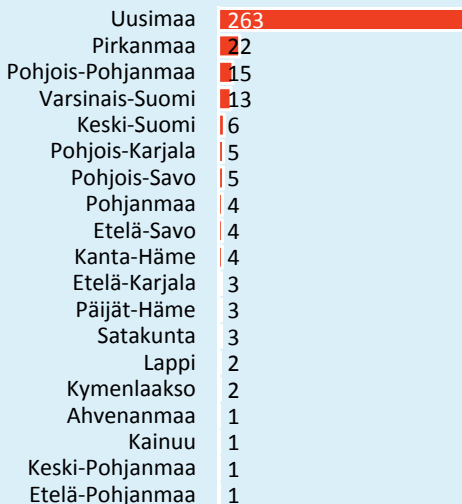


Kuvio 6

Tekoöly-yritysten lukumäärä maakunnittain.

Kolme neljästä tekoöly-yrityksestä toimii Uudenmaan maakunnassa.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.



Tekoäly-yritykset muita nuorempia

Tekoäly-yrityksistä neljännes on korkeintaan viisi vuotta ja puolet korkeintaan kymmenen vuotta vanhoja (kuvio 7). Osuudet ovat etenkin nuorten yritysten keskuudessa huomattavasti korkeammat kuin koko yrityskannan ikäjakaumassa. Tekoäly-yritysten osuus yrityspopulaatiossa myös laskee merkittävästi yritysiän lisääntyessä (kuvio 8). Korkeintaan viisi vuotta vanhoista, vähintään yhden hengen työllistävästä yrityksistä 0,34 % on tekoäly-yrityksiä, kun vastaavasti yli 15 vuotta vanhoista yrityksistä vain 0,18 % hyödyntää tekoälyä liiketoiminnassaan.

Lähes puolet tekoäly-yrityksistä kooltaan pieniä

Koko yrityskantaan verrattuna aivan pienimpiä, vähintään yhden mutta korkeintaan viisi henkilöä kokoaikaisesti työllistäviä yrityksiä on tekoäly-yritysten joukossa merkittävästi vähemmän kuin koko yrityskannassa (kuvio 9). Tätä suuremmissa yrityskoon luokissa tekoälyä hyödyntäviä yrityksiä sen sijaan on huomattavasti koko yrityspopulaation osuusjakaumaa enemmän. Kuitenkin lähes puolet tekoäly-yrityksistäkin on pieniä, korkeintaan kymmenen henkilöä kokoaikaisesti työllistäviä yrityksiä. Vähintään 250 henkilöä työllistävästä yrityksistä lähes 5 % hyödyntää tekoälyä (kuvio 10). Vastaavasti korkeintaan viisi henkilöä työllistävästä yrityksistä tekoälyn piirissä toimii vain 0,1 % yrityksistä.

Tekoäly-yritykset ovat usein kansainvälisiä

Tarkastelimme yritysten kansainvälisyyttä kolmella mittarilla Tilastokeskuksen yritys- ja konsernirekisterin tietoihin pohjautuen. Ensinnäkin tarkastelimme, harjoittaako yritys tavaroiden ulkomaankauppaa. Toiseksi tutkimme, onko yrityksellä tytäryrityksiä ulkomailla. Kolmanneksi kartoitimme, omistaako yrityksen jokin ulkomainen yritys. Luokittelimme yrityksen kansainväliseksi, mikäli jokin näistä kolmesta tarkastelusta antoi positiivisen tuleman. Lähes puolella tekoälyä hyödyntävistä tai kehittävästä yrityksistä on jokin yllä mainittu kansainvälisen liiketoiminnan ulottuvuus (kuvio 11). Tämä on merkittävästi korkeampi kuin koko yrityspopulaation noin kymmenyksen osuus.

Tekoäly-yritykset ovat saaneet keskimääräistä useammin ulkopuolista rahoitusta

Lähes puolet tekoälyä hyödyntävistä tai sitä kehittävästä yrityksistä on saanut ainakin kerran elinkaarensa aikana Tekesiltä avustusta tai lainaa innovaatiotoimintaan (kuvio 11). Muista vähintään yhden henkilön kokoaikaisesti työllistävästä yrityksistä Tekesin innovaatorahoitusta on saanut vain

noin kolme prosenttia, joten tekoäly-yritykset ovat olleet julkisen innovaatio-rahautuksen kohteena merkittävästi koko yrityskantaa useammin.

Myös yksityisten pääomasijoitusten todennäköisyys on huomattavasti suurempi tekoäly-yrityksissä kuin koko yrityskannassa. Yli kymmenesosa tekoäly-yrityksistä on saanut elinkaarensa aikana vähintään kerran yksityisen pääomasijoituksen, kun vastaava osuus koko yrityspopulaatiossa on alle prosentin (kuvio 11).

Tekoäly sisältyy useimmiten myytäviin lopputuotteisiin

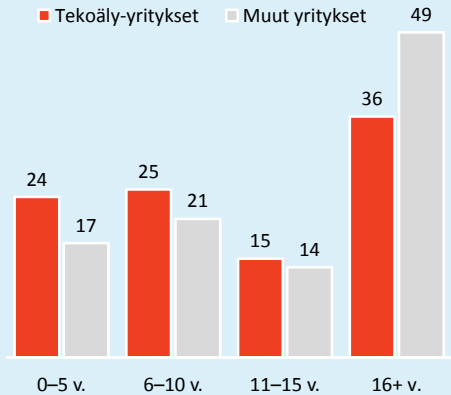
Lähes kaikilla yrityskyselyymme vastanneilla yrityksillä tekoälyratkaisut sisältyvät ainakin joltain osin suoraan asiakkaille tarjottaviin tavarihin tai

Kuvio 7

Tekoäly- ja muiden vähintään yhden henkilön työllistävien yritysten ikäjakaumat (%).

Tekoäly-yritysten joukossa on enemmän nuorempia yrityksiä kuin muussa yrityskannassa.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.

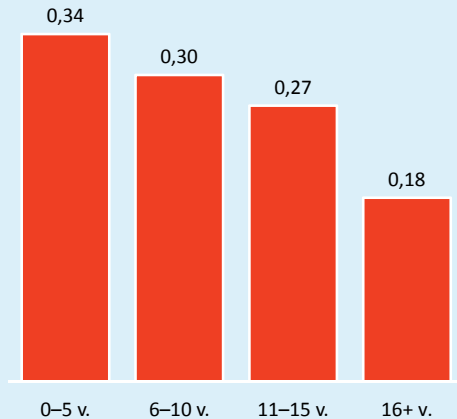


Kuvio 8

Tekoäly-yritysten osuus kaikista vähintään yhden henkilön työllistävästä yrityksistä ikäryhmittäin (%).

Tekoäly-yritysten osuus on suurin nuorissa, korkeintaan viisi vuotta vanhoissa, yrityksissä.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.



palveluihin, esimerkiksi tekoälyä hyödyntävänä tuotteen huoltotarpeen määrittelynä (kuvio 12). Joka kolmannella tekoälyä on hyödynnetty yrityksen sisäisten prosessien tehostamisessa, kuten rutiininomaisen päätöksenteon, esimerkiksi laskujen hyväksymisen, automatisoinnissa.

Tekoälyä kehitetään yrityksen omalla panostuksella

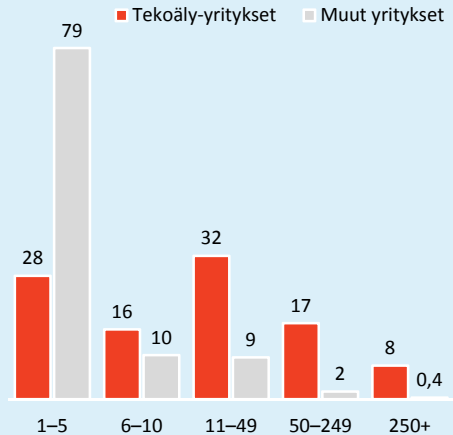
Lähes 90 % kyselyyn vastanneista yrityksistä on omaa tekoälyyn liittyvää tutkimus- ja kehittämistyötä (kuvio 13). Joka kymmenes yritys panostaa tekoälyyn liittyvään t&k:hon vähintään kymmenen henkilötyövuoden verran vuodessa. Joka kuudennessa tekoälyä hyödyntävässä yrityksessä siihen liittyvä tutkimus- ja kehittämistoiminta kattaa yli puolet kaikesta yrityksessä tehdyn työn määrästä (kuvio 14).

Kuvio 9

Tekoäly- ja muiden vähintään yhden henkilön työllistävien yritysten kokojakaumat (henkilöstömäärä Suomessa, %-osuudet).

Tekoäly-yritysten joukossa on enemmän suurempia yrityksiä kuin muussa yrityskannassa.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.

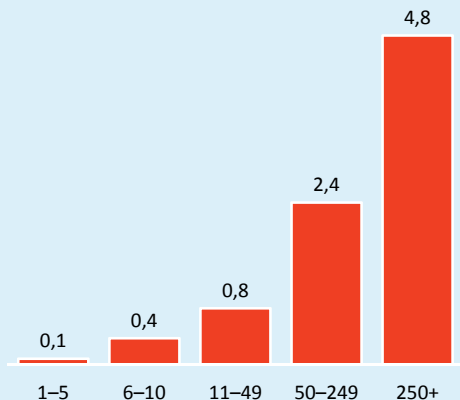


Kuvio 10

Tekoäly-yritysten osuus kaikista vähintään yhden henkilön työllistävästä yrityksistä henkilöstömäärän kokoryhmittäin (%).

Tekoäly-yritysten osuus on merkittävin suurissa, vähintään 250 henkilöä Suomessa, työllistävissä yrityksissä.

Lähteet: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.



Ulkopuolinen alusta omaa yleisempi

Joka neljäs kyselyyn vastanneesta yrityksestä käyttää tekoälyn soveltamisessa tai kehittämisessä vain yrityksen omaa alustaa (kuvio 15). Loput kolme neljästä hyödyntävät ainakin osaksi jotain ulkopuolista alustaa. Tärkeimmät alustojen toimittajat ovat *Microsoft*, *IBM* ja *Google*, joilla kaikilla on noin viidenneksen markkinaosuus.

Esimerkiksi *Microsoftin* valikoimasta löytyy laaja kirjo tekoälytyökaluja:

- Avoimen lähdekoodin *Cognitive Toolkitiä* voi käyttää mm. puheen- ja hahmontunnistuksessa ja sitä hyödynnetään esim. useilla kielillä toimivassa *Skype Translatorissa*.

Kuvio 11

Tekoäly- ja muiden vähintään yhden henkilön työllistävien yritysten jakaumat kansainvälisyyden, Tekes-rahoituksen ja pääomasijoitusten saannin suhteen.

Tekoäly-yritysten joukossa on enemmän kansainvälisesti suuntautuneita ja elinkaarensa aikana vähintään kerran rahoitusta Tekesiltä tai yksityisiltä pääomasijoittajilta saaneita yrityksiä kuin muussa yrityskannassa.

Lähteet: FVCA, Tekes, Tilastokeskuksen konserni- ja yritysrekisterit ja *Vainu.io*; kirjoittajien laskelmat.

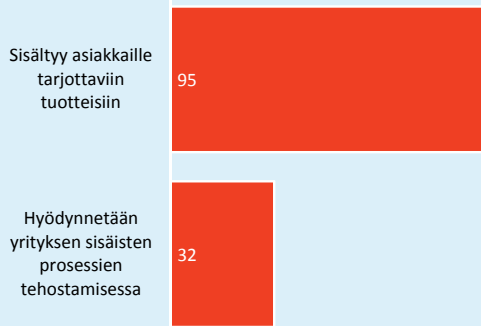


Kuvio 12

Tekoälyn käyttö yrityksen toiminnassa (%).

Tekoälyratkaisut sisältyvät lähes kaikilla tekoälyä hyödyntävillä yrityksillä asiakkaille tarjottaviin tavarihin tai palveluihin. Kolmasosa hyödyntää tekoälyä sisäisten prosessien tehostamisessa.

Lähde: Etlatiето Oy:n kysely tekoälyä hyödyntäville yrityksille, huhtikuu 2017.



- *Microsoft* tarjoaa sovelluskehittäjille API-rajapintaa *Cortana Intelligence Suiteen*, jossa on näköön, puheeseen, kieleen ja tunteeseen liittyviä toiminnallisuuksia. *Suiten* alla on esim. *Bot Framework*, jota voi hyödyntää *chat*-palveluissa.
- *Azure*-pilvipalvelussa on itsessään monia tekoälyä hyödyntäviä palveluita ja sen päällä on luonnollisesti mahdollista toteuttaa asiakasorganisaation omia tekoälyratkaisuja.
- Tekoälyä ollaan tuomassa pilvipohjaiseen *Office 365*:een, jolloin esimerkiksi Outlookia seuraava tekoäly voi tunnistaa tehtävälisille kirjattavia asioita.

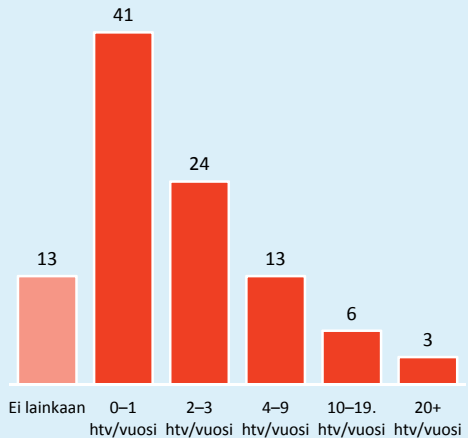
Kuvio 13

Yrityksen oman henkilöstön Suomessa tekemän tekoälyn liittyvän tutkimus- ja kehittämistyön määrän jakauma (%).

Noin joka kymmenes tekoäly-yritys panostaa tekoälyn liittyvään t&k:hon vähintään kymmenen henkilötyövuoden verran vuodessa.

Lähde: Etlatieto Oy:n kysely tekoälyä hyödyntäville yrityksille, huhtikuu 2017.

* Ei lainkaan: ratkaisut ostettu ulkopuolelta tai kehitetty yrityksen ulkomaisissa osissa.

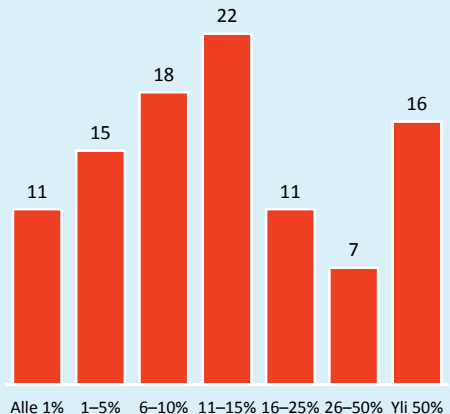


Kuvio 14

Yrityksen oman henkilöstön Suomessa tekemän tekoälyn liittyvän tutkimus- ja kehittämistyön osuus yrityksen koko työllisyydestä Suomessa (%-jakauma).

Joka kuudennessa tekoäly-yrityksessä yli puolet kaikesta tehdyn työn määrästä kohdistuu tekoälyn liittyvään tutkimus- ja kehittämistyöhön.

Lähde: Etlatieto Oy:n kysely tekoälyä hyödyntäville yrityksille, huhtikuu 2017.



Yli 25 000 tieteellistä artikkelia, joista 1 % tekoälystä

Kartoitimme myös tekoälyyn liittyvän tieteellisen tutkimuksen nykytilaa Suomessa. Aineistolähteenä tarkastelussamme oli alan kultastandardin eli *Thomson Reutersin Web of Science* -tietokannan Tukholmassa sijaitsevan *Kungliga Tekniska Högskolanin* kirjaston jalostama versio (*Bibmet*), josta haimme analyysia varten kaikki vuosina 2015–2016 vertaisarvioituissa tieteellisissä aikakauskirjoissa julkaistut artikkelit, joissa vähintään yksi kirjoittajista työskentelee Suomessa. Kaikkiaan tällaisia artikkeleita on tietokannassa 25 168, joista 253 (1 %) liittyy tekoälyyn (kuvio 16). Tietojen käsittelyyn (*computer science*) liittyvistä artikkeleista neljännes linkittyy tekoälyyn (kuvio 17).

Suomessa on lähes 400 akateemista tekoälytutkijaa

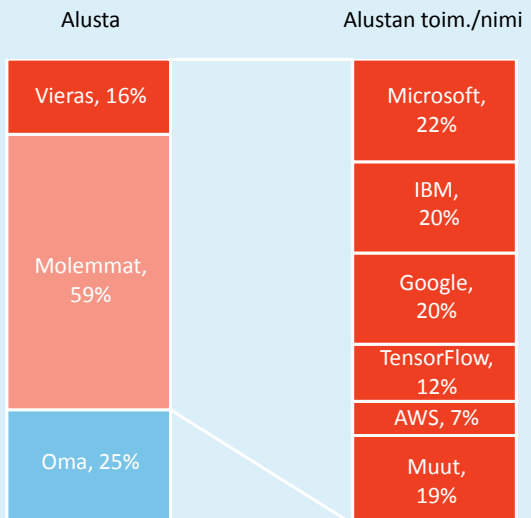
Suomessa työskentelevistä tutkijoista 394 tutkijaa on julkaissut yksin tai yhdessä muiden tutkijoiden kanssa vähintään yhden tekoälyyn liittyvän artikkelin vertaisarvioitussa tieteellisessä aikakauskirjassa vuosina 2015–2016. Kymmenestä eniten artikkeleita julkaisseesta tutkijasta puolet on ulkomaalaistaustaisia. Yli kymmenessä artikkelissa kirjoittajina ovat olleet *Yoan Miche Aalto*-yliopistosta sekä *Guoying Zhao* ja *Matti Pietikäinen* Oulun yliopistosta (kuvio 18).

Kuvio 15

Tekoälyn soveltamisessa tai kehittämisessä käytetyt alustat.

Kolme neljästä tekoäly-yrityksestä käyttää ulkopuolista alustaa tai toimittajaa. *Microsoft*, *IBM* ja *Google* ovat yleisimmät tekoälyalustojen toimittajat.

Lähde: Etlatieto Oy:n kysely tekoälyä hyödyntäville yrityksille, huhtikuu 2017.

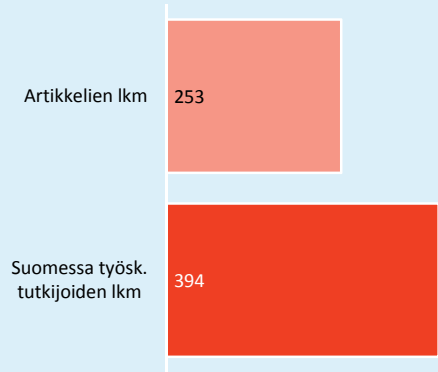


Kuvio 16

Tekoälyyn liittyvien tieteellisten artikkeleiden ja niitä julkaisseiden tutkijoiden määrät vuosina 2015–2016 julkaistuissa artikkeleissa, joissa on kirjoittajana vähintään yksi Suomessa toimiva tutkija.

Suomessa on lähes 400 tutkijaa, jotka ovat julkaisseet yhden tai useampia tieteellisiä artikkeleita tekoälyyn liittyen viime vuosina.

Lähde: Thomson Reutersin Web of Science -tietokanta Kungliga Tekniska Högskolanin kirjaston jalostamana versiona (Bibmet).

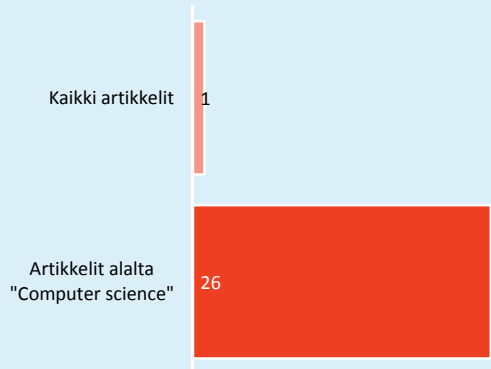


Kuvio 17

Tekoälyyn liittyvien tieteellisten artikkeleiden osuus kaikista sellaisista vuosina 2015–2016 julkaistuista artikkeleista, joissa on kirjoittajana vähintään yksi Suomessa toimiva tutkija (%).

Noin prosentti kaikista ja neljännes tietotekniikkaan liittyvistä Suomessa työskentelevien tutkijoiden tieteellisistä artikkeleista on viime vuosina liittynyt tekoälyyn.

Lähde: Thomson Reutersin Web of Science -tietokanta Kungliga Tekniska Högskolanin kirjaston jalostamana versiona (Bibmet).

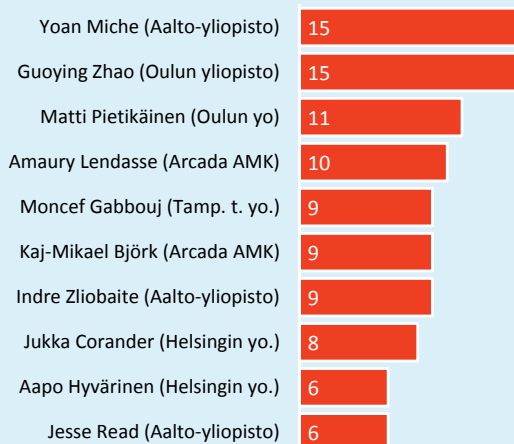


Kuvio 18

10 eniten tekoälyyn liittyviä tieteellisiä artikkeleita yksin tai yhdessä muiden tutkijoiden kanssa vuosina 2015–2016 julkaisseet, Suomessa työskentelevät tutkijat (artikkelien lukumäärä).

Suomessa työskentelevien tekoälytutkijoiden kärkikymmeniköstä monet ovat ulkomaalaistaustaisia.

Lähde: Thomson Reutersin Web of Science -tietokanta Kungliga Tekniska Högskolanin kirjaston jalostamana versiona (Bibmet).



Kuvio 19

Kymmenen merkittävintä organisaatiota, joissa toimivat tutkijat ovat julkaisseet tekoälyyn liittyviä tieteellisiä artikkeleita (osuus kaikkien suomalaisten organisaatioiden alaan liittyvien artikkelien lukumäärästä, %).

Aalto-yliopiston tutkijat ovat julkaisseet neljänneksen tekoälyyn liittyvistä suomalaisista tieteellisistä artikkeleista vuosina 2015–2016.

Lähde: Thomson Reutersin Web of Science -tietokanta Kungliga Tekniska Högskolanin kirjaston jalostamana versiona (Bibmet).
Mikäli samasta organisaatiosta on yksittäisessä artikkelissa useampia kirjoittajia, niin siitä on huomioitu vain yksi kirjoittaja.



Tutkimusorganisaatioittain tarkasteltuna selvästi eniten, noin neljännes kaikista tekoölyyn liittyvistä artikkeleista on tehty Aalto-yliopiston tutkijoiden toimesta (kuviokuva 19). Seuraavaksi eniten julkaisuja ovat tehneet Helsingin yliopiston, Tampereen teknillisen yliopiston ja Oulun yliopiston tutkijat.

Miten tästä eteenpäin?

Jo valmiiksi globaalisti johtavat ja mm. alustojensa kautta markkinoita dominoivat digifirmat käyvät kilpajuoksua tekoölyn herruudesta. Tässä suhteessa ne hyötyvät jo saavutetuista asemista. Kehityspuolella niillä on mielin määrin peruselementtejä – *big dataa*, laskentatehoa ja algoritmeja – ja ne polttavat surutta rahaa viimeiseen tarvittavaan elementtiin eli älykkäiden ihmisten inhimilliseen panokseen. Soveltamispuolella niillä on usein valmis jake-lukanava ratkaisuilleen joko pilvipalveluidensa kylkiäisinä tai vakiintuneille kehitysyhteisöille avattavien ohjelmointirajapintojen kautta. Onneksi ei ole lainkaan selvää, mihin suuntaan tekoölyn kehittämisessä tai soveltamisessa tulisi edetä, joten tässä kilvassa ei ole kyse vain lompakon paksuudesta.

Ennakointi ja päättely ovat osana kaikessa inhimillisessä toiminnassa. Siksi tekoöly tulee koskettamaan hyvin laajasti ihmisten ja yritysten elämää. Vaikka nyt kohkaamme tekoölyn kehittämisestä, lopulta kyse on sen soveltamisesta. Varsinkin, kun tekoölykehittämisen päätoimijoihin lukeutuvat meitä mobiilisovelluskaupoissa ”kohtuuttomasti” rokottavat jätit, on pelkona, että tekoöly synnyttää uuden ulkoa kontrolloidun portin, jolla meiltä peritään tullia. On näkökohtia, jotka lieventävät tätä huolta (mm. se, että digialustoissa keskeiset verkostovaikutukset ovat tässä toisenlaisia), mutta silti pelko on olemassa.

Teknisen toteutuksen näkökulmasta tekoöly on erikoinen sekoitus avointa lähdekoodia, julkisia mutta patentein suojattuja ratkaisuja, liikesalaisuuksia sekä ”villii länttä”, mitä tulee lain tai viranomaisten asettamiin vaatimuksiin. Nämä ominaisuudet yhdistettynä eurooppalaiseen akateemiseen kulttuuriin, patentointikäytäntöihin ja aiempaan historiaan uusien ideoiden kaupallistamisessa viittaavat siihen, että ainakin pääosa Euroopasta tulee jääneeksi junasta jo ennen siihen nousemista. Onneksi Suomi näyttäisi kuitenkin oleva kohtuullisissa, joskin vielä hauraissa, asemissa.

Tekoölyyn liittyvät sääntely- ja turvastandardiasiat eivät vielä ole yleisessä keskustelussa, mutta kun päätöksiä ihmishengistä käydään pian tekemään tekoölyllä – ja kun tietysti myös virheitä näyttävästi sattuu kerran tai pari – nämä keskustelut ovat edessämme.

Tässä kirjoituksessa emme ole kiistäneet tekoälyn merkittävää potentiaalia. Silti nyky-*hype* on mielestämme ylimitoitettu – erityisesti yleistymisen aikajänteen, mutta ehkä myös sovelluspotentiaalin, osalta. Ylipäättään teknologia määrittää vain periaatteellisten mahdollisuuksien rajoja – toteutus ja tulemat ovat ihmisten käsissä.

Viitteet

- 1 Tarkasteluun sisältyvät yhtiömuodot ovat: osakeyhtiö, osuuskunta, kommandiittiyhtiö, avoin yhtiö, luonnollinen henkilö, osuuspankki, osuuskunta ja säästöpankki.
- 2 Hakutermit olivat (tähdellä merkityissä kohdissa mukana kaikki mahdolliset taivutusmuodot): *"artificial intelligence"*, tekoäly*, keinoäly*, *"machine learning"*, koneoppimi*, *"machine thinking"*, koneajattelu*, *"artificial general intelligence"*, *"neural network"*, neuroverk*, *"deep learning"*, syväoppimi*, *"statistical learning"*, *"machine intelligence"*, *"residual learning"*, *"IBM Watson"*, *TensorFlow*, *scikit*, *Convolutional*, *theano*, *DeepMind*, *Braina*, *Ayasdi*, *Rainbird*, *DeepDream*, *OpenCV*.
- 3 Validoimme käyttämämme lähestymistavan toimivuutta näille yrityksille suunnatun kyselyn kautta. Käytetty lähestymistapa tuottaa varsin hyvän yleiskuvan kyseisestä yritysjoukosta, vaikka tällä lähestymistavalla tulee-kin joitain virheitä molempiin suuntiin, ts. toisinaan yksittäiset tekoäly-yritykset jäävät pois ja toisinaan ei-tekoäly-yritys leimautuu sellaiseksi.

Liite 1: Digibarometrin muuttujat

Tässä liitteessä kuvataan Digibarometrin yksittäiset muuttujat. Edellisen vuoden muuttujiin verrattuna tämän vuoden barometrissa on kolme uutta muuttujaa. Muutokset johtuvat siitä, että aiemmista tilastolähteistä ei ollut saatavissa päivitettyä aineistoa. Lisäksi mukana on viisi edellisen vuoden muuttujaa, joista ei ole saatavissa päivitystä. Ne haluttiin siitä huolimatta sisällyttää barometriin, koska vastaavankaltaisia tekijöitä mittaavia muuttujia ei löydetty.

Yritysten edellytykset

1. Yritysten laajakaistakäyttö. Muuttuja on laskettu prosenttiosuutena vähintään 10 henkeä työllistävistä yrityksistä, joilla on käytössään laajakaistainen Internet-yhteys. Lähteenä on edellisestä vuodesta poiketen Eurostatin *Information society statistics*. Tiedot ovat vuodelta 2016.
2. Tekniset valmiudet pilvipalvelujen hyödyntämiseen. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on vertailumaiden paras (huonoin) kaikissa kuudessa osatekijässä. Osatekijät ovat tiedon siirtonopeus verkkopalvelimelta päätelaitteelle (*download*) ja toisinpäin (*upload*) sekä tiedon siirtopyynnön saantiviipymä (*latency*). Nämä kolme tekijää on mitattu sekä kiinteiden että langattomien verkkojen osalta. Lähteenä on Cisco Systemsin (2017, [v.gd/778Nsl](#)) kartoitus. Tiedot koskevat huhtikuun 4. päivän tilannetta vuonna 2017.
3. ICT-alan rekrytoinnissa ei vaikeuksia. Muuttuja on laskettu prosenttiosuutena vähintään 10 henkilöä työllistävistä yrityksistä, joilla ei ollut vaikeuksia löytää ammattitaitoisia ICT-alan asiantuntijoita. Lähteenä on Eurostatin *Information society statistics* -tietokanta (muuttujakoodi *isoc_ske_itrcrn2*). Tiedot ovat vuodelta 2016.
4. IPv6-valmius www-sivuilla. Mittari kuvaa osuutta eniten vierailuista www-sivuista, joilla on (AAAA) kattavuus nimipalvelintietueissa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että käyttäjä, jolla on IPv6-yhteys, saa avatua haluamansa www-sivun. Testi on tehty Euroopan komission *IPv6 Observatory* -julkaisua varten ja siinä käytetään ohjelmaa, joka vierailee miljoonalla eniten ladatulla www-sivulla pohjautuen tietoverkkoanalyysiin erikoistuneen yrityksen Alexan aineistoihin. Lähteenä on Euroopan komission *IPv6 Observatory*, ja tiedot koskevat vuotta 2015.

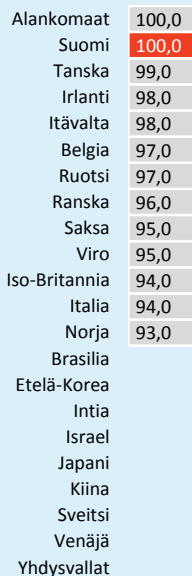
Yritysten edellytykset

Liitekuvio 1

Yritysten laajakaistakäyttö.

%-osuus yrityksistä, joilla on käytössään laajakaistainen Internet-yhteys.

Lähde. Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.

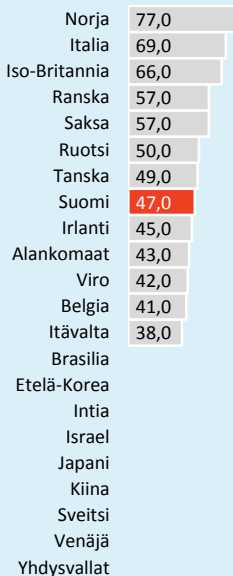


Liitekuvio 3

ICT-alan rekrytinnissa ei vaikeuksia.

%-osuus rekrytoivista yrityksistä, joilla ei ollut vaikeuksia löytää ICT-alan asiantuntijoita.

Lähde. Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.

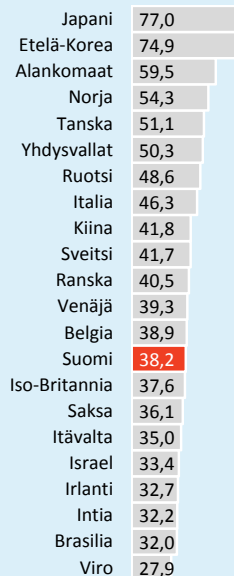


Liitekuvio 2

Tekniset valmiudet pilvipalvelujen hyödyntämiseen.

Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on vertailumaiden paras (huonoin) kaikissa kuudessa osatekijässä.

Lähde. Cisco Systems (2017, v.gd/778Nsl). Tiedot ovat vuodelta 2017.



Liitekuvio 4

IPv6-valmius www-sivuilla.

%-osuus eniten vierailuista www-sivuista, joilla on AAAA-kattavuus nimipalvelintietueissa.

Lähde. Euroopan komissio, IPv6 Observatory. Tiedot ovat vuodelta 2015.



Yritysten käyttö

5. ICT-osaaminen työtehtävissä. Muuttuja kuvaa työelämässä olevien 25–54-vuotiaiden ICT-taitojen käyttöä työtehtävissä 0:sta (ei koskaan käytössä) 4:ään (käytössä päivittäin). Kartoitettuja osa-alueita ovat mm. sähköpostin ja taulukkolaskenta- ja tekstinkäsittelyohjelmien käyttäminen, tiedon hakeminen Internetistä ja sähköinen asioiminen, ohjelmointi sekä online-keskusteluihin osallistuminen (seminaarit, chatit). Lähteenä on *OECD Skills Outlook 2013, Survey of Adults Skills (PIAAC) 2012, Table A4.10*. Tämän muuttujan tiedot eivät ole päivittyneet edellisen Digibarometrin tiedoista.
6. Sähköisen laskutus. Mittari on laskettu suhteellisena osuutena vähintään 10 henkeä työllistävästä yrityksistä, jotka lähettävät laskuja elektronisessa muodossa muille yrityksille tai julkiselle sektorille. Lähteenä on Eurostatin Information society statistics -tietokannassa oleva yritys-kysely Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises ja luvut koskevat vuotta 2016. Muuttuja korvaa edellisen vuoden muuttujan ”Sähköisen toimitusketjun hallinta”, koska kyseistä tietoa ei ole saatavissa vuodelta 2016.
7. Yritysten pilvipalvelukäyttö. Muuttuja mittaa osuutta yrityksistä, joilla on vähintään yksi aktiivinen maksullinen pilvipalvelusopimus. Pilvipalvelulla tarkoitetaan Internetin kautta tarjottavaa palvelua, kuten esimerkiksi sähköpostin tai tietokoneohjelmistojen käyttöä etäsovelluksena tai tallennustilan vuokraamista. Lähteenä on Eurostat Information society statistics. Muuttujan tiedot koskevat vuotta 2016.
8. Sosiaalisen median käyttö liiketoiminnassa. Muuttuja mittaa osuutta yrityksistä, jotka käyttävät liiketoiminnassaan jotain sosiaalisen median tyyppiä, kuten yhteisöpalveluja, blogeja, multimedias jakamista tai wiki-pohjaisia tiedon jakamisen työkaluja. Tämä muuttuja korvaa edellisen vuoden tiedon ”ERP-järjestelmien käyttö”, koska kyseistä tietoa ei ole saatavissa vuodelta 2016. Lähteenä on Eurostat Information society statistics. Muuttujan tiedot koskevat vuotta 2016.

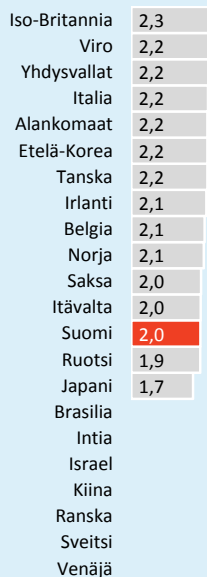
Yritysten käyttö

Liitekuvio 5

ICT-osaaminen työtehtävissä.

Työikäisten (25–54 v.) ICT-osaaminen 0:sta 4:än (käytössä päivittäin).

Lähde: OECD Skills Outlook 2013; Survey of Adults Skills (PIAAC) 2012, Table A4.10. Tiedot ovat vuodelta 2012.



Liitekuvio 6

Sähköinen laskutus.

%-osuus yrityksistä, jotka lähettävät e-laskuja muille yrityksille tai julkiselle sektorille.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016



Liitekuvio 7

Yritysten pilvipalvelukäyttö.

Osuus yrityksistä, joilla on aktiivisia pilvipalvelusopimuksia.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.

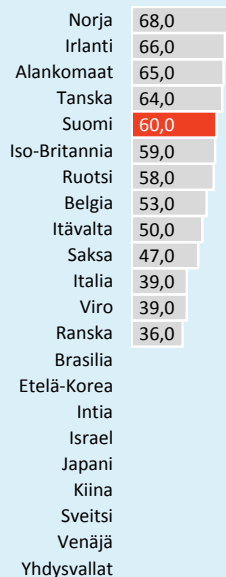


Liitekuvio 8

Sosiaalisen median käyttö liiketoiminnassa.

%-osuus yrityksistä, jotka käyttävät liiketoiminnassaan jotain sosiaalisen median tyyppiä, kuten yhteisöpalveluja, blogeja, multimediallisen tiedon jakamista tai wiki-pohjaisia tiedon jakamisen työkaluja.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016



Yritysten vaikutukset

9. Viestintäteknologia täyttää yritysten tarpeet. Muuttujassa maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastanneet henkilöt katsovat maassa tarjotun tai sovelletun viestintäteknologian täyttävän yritysten tarpeet erinomaisesti (erittäin huonosti). Lähteenä on IMD:n kilpailukykyvertailun yrityskysely, ja muuttuja on raportoitu IMD:n vuoden 2016 World Competitiveness Yearbookin sivulla 433, muuttujan koodi 4.2.04. Tiedot koskevat vuotta 2016.
10. ICT:n vaikutus uusiin liiketoimintamalleihin. Vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että ICT:llä on suurempi vaikutus uusiin liiketoimintamalleihin. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.
11. ICT-pääoman kasvukontribuutio. Mittari kuvaa ICT-pääoman keskimääräistä vaikutusta bruttokansantuotteen kasvuun aikavälillä 2005–2015. Lähteenä on Conference Board Total Economy Database, November 2016, www.conference-board.org/data/economydatabase/.
12. Yritysten sähköiset hankinnat. Mittari on laskettu osuutena vähintään 10 henkeä työllistävästä yrityksistä, jotka käyttävät sähköistä tietoverkkoa ostoissaan. Tähän sisältyvät www-sivujen, EDI-järjestelmien ja vastaavien kautta tapahtuva sähköinen tiedonsiirto, mutta siihen eivät kuulu käsin kirjoitetut sähköpostiviestit. Lähteenä on Eurostatin Information society statistics -tietokantaan sisältyvä yrityskysely *Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises*. Luvut koskevat vuotta 2016.

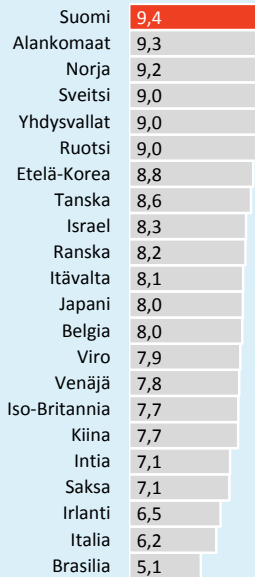
Yritysten vaikutukset

Liitekuvio 9

Viestintäteknologia täyttää yritysten tarpeet.

Maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastaajat katsovat maassa tarjotun/sovelletun viestintäteknologian täyttävän yritysten tarpeet erinomaisesti (erittäin huonosti).

Lähde: IMD (2016, s. 433, muuttuja 4.2.04). Tiedot ovat vuodelta 2016.



Liitekuvio 10

ICT:n vaikutus uusiin liiketoimintamalleihin.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että ICT:llä on suurempi vaikutus uusiin liiketoimintamalleihin.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

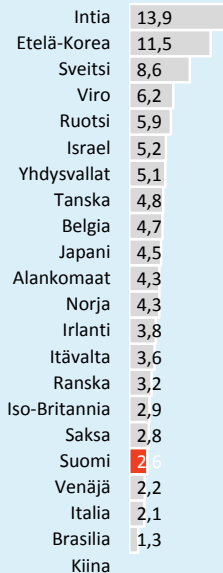


Liitekuvio 11

ICT-pääoman kasvukontribuutio.

Keskimäärin promillea vuodessa aikavälillä 2004–2014.

Lähde: The Conference Board Total Economy Database, November 2016, <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>.

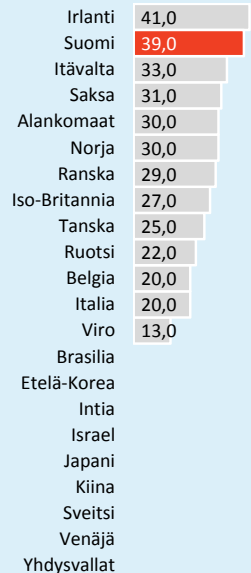


Liitekuvio 12

Yritysten sähköiset hankinnat.

%-osuus yrityksistä, jotka käyttävät sähköistä tietoverkkoa ostoissaan.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.



Kansalaisten edellytykset

13. Nopean (väh. 2 Mbit/s) laajakaistan yleisyys. Mittari kuvaa kiinteiden (ts. sijaintipaikkaan sidoksissa olevien langallisten ja langattomien) laajakaistaliittymien tilaajien määrää suhteessa väestön määrään. Nopeus on luokiteltu myyntiesitteessä ilmoitettuna keskimääräisenä siirtonopeutena Internetistä liittymään päin, eikä siten välttämättä vastaa todellista siirtonopeutta. Väestön määrä on mitattu vuosikeskiarvona. Luvut koskevat vuotta 2015. Lähteenä on ITU World Telecommunication ICT Indicators 2016.
14. Aktiivisten mobiililaajakaistakäyttäjien osuus. Muuttuja kuvaa aktiivisten mobiilien laajakaistatilausten määrää suhteessa väestön määrään. Mobiileihin laajakaistatilauksiin sisältyvät sekä matkapuhelinten että erillislaitteiden langattomat liikkuvat laajakaistayhteydet. Aktiivisuus on laskettu laajakaistatilausten perusteella eikä siis sellaisten päätelaitteiden perusteella, joissa on mahdollisuus käyttää laajakaistayhteyksiä. Väestön määrä on mitattu vuosikeskiarvona. Luvut ovat vuodelta 2015. Lähteenä on ITU World Telecommunication ICT Indicators 2016.
15. Internetin hyödyntäminen opetuksessa. Vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että Internetiä hyödynnetään enemmän kouluopetuksessa. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot koskevat vuotta 2016. Tämä muuttuja korvaa edellisen vuoden muuttujan ”Digitaalisen sisällön monikanavainen saavutettavuus”, koska sitä ei ollut tämän vuoden WEF-kyselystä saatavissa.
16. Internet-osaamisen saatavuus. Maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastaajat katsovat ICT-osaajien tarjonnan olevan erinomaista (erittäin huonoa). Lähteenä on IMD:n kilpailukykyvertailun yrityskysely, ja muuttuja on raportoitu IMD:n vuoden 2015 World Competitiveness Yearbookin sivulla 436, muuttujan koodi 4.2.11. Tiedot koskevat vuotta 2016.

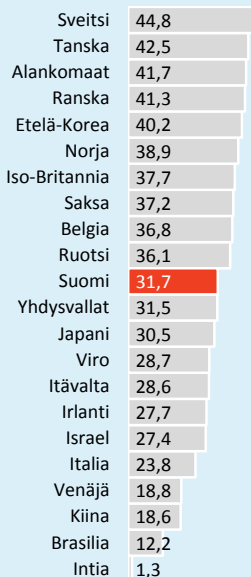
Kansalaisten edellytykset

Liitekuvio 13

Nopean (väh. 2 Mbit/s) laajakaistan yleisyys.

Tilaaajien määrä suhteessa väestöön, %:a.

Lähde: ITU World Telecommunication ICT Indicators 2016. Tiedot ovat vuodelta 2015.

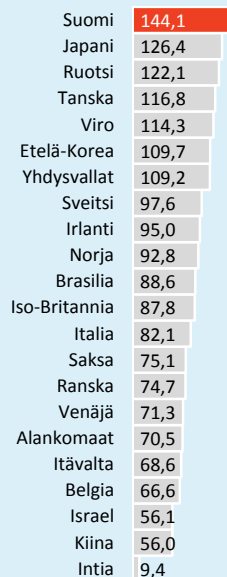


Liitekuvio 14

Aktiivisten mobiililaajakaistakäyttäjien osuus.

%:a väestöstä.

Lähde: ITU World Telecommunication ICT Indicators 2016. Tiedot ovat vuodelta 2015.

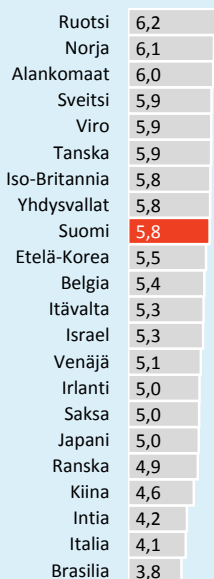


Liitekuvio 15

Internetin hyödyntäminen opetuksessa.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että Internetiä hyödynnetään enemmän kouluopetuksessa.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

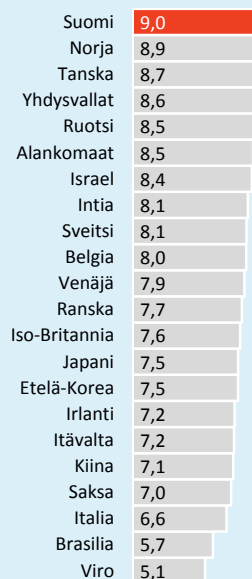


Liitekuvio 16

Internet-osaamisen saatavuus.

Maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastaajat katsovat ICT-osaajien tarjonnan olevan erinomaista (erittäin huonoa).

Lähde: IMD (2016, s. 436, muuttuja 4.2.11). Tiedot ovat vuodelta 2016.



Kansalaisten käyttö

17. Ihmiset tavoitettavissa sähköisin viestintävälinein. Maa saa muuttujas-
sa arvon 10 (arvon 0), jos kilpailukykykyselyn vastaajat katsovat ihmis-
ten olevan tavoitettavissa sähköisin viestintäteknologian välinein erin-
omaisesti (erittäin huonosti). Lähteenä on IMD (2016, s. 433, muuttuja
4.2.05). Tiedot koskevat vuotta 2016.
18. Aktiivisuus sosiaalisessa mediassa. Muuttuja kuvaa osuutta Internet-
käyttäjistä, jotka ovat aktiivisesti mukana sosiaalisissa verkostoissa.
Aktiivisuus sosiaalisissa verkostoissa tarkoittaa tässä käyttäjäprofiilin
luomista, viestien, tilapäivitysten yms. lähettämistä tai muuta sisällön
luomista Facebookiin, Twitteriin tai muuhun sosiaalisen median säh-
köiseen kanavaan. Internet-käyttäjillä puolestaan tarkoitetaan 16–74
vuotta vanhoja henkilöitä, jotka ovat käyttäneet Internetiä kyselyhet-
keä edeltävien kolmen kuukauden aikana. Lähteenä on Eurostatin
Information society statistics; tiedot koskevat vuotta 2016.
19. Ostanut tuotteita tai palveluita Internetistä. Mittari on laskettu osuute-
na kuluttajista, jotka ovat ostaneet tavaroita tai palveluja muuhun kuin
työkäyttöön Internetin välityksellä. Aikakriteerinä on ollut, että Inter-
netin kautta on tehty ostoksia kyselyä edeltävän vuoden aikana. Läh-
teenä on European Commission, Digital Agenda Scoreboard, indikaat-
tori i_blt12. Luvut ovat vuodelta 2016.
20. ICT-osaaminen kotikäytössä. Muuttuja kuvaa 25–54 vuotta vanhojen
työelämässä olevien henkilöiden ICT-osaamista 0:sta (ei koskaan käy-
tössä) 4:än (käytössä päivittäin) kotioiloissa. Kartoitettuja osa-alueita
ovat mm. sähköpostin ja taulukkolaskenta- ja tekstinkäsittelyohjelmien
käyttäminen, tiedon hakeminen Internetistä ja sähköinen asiointi,
ohjelmointi ja online-keskusteluihin osallistuminen (seminaarit, chatit).
Lähteenä on OECD Skills Outlook 2013; Survey of Adults Skills (PIAAC)
2012, Table A4.10. Tämän muuttujan tiedot eivät ole päivittyneet
edellisen Digibarometrin tiedoista.

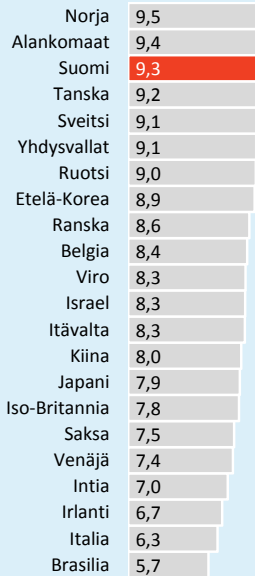
Kansalaisten käyttö

Liitekuvio 17

Ihmiset tavoitettavissa sähköisin viestintävälinein.

Maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastaajat katsovat ihmisten olevan tavoitettavissa sähköisin viestintävälinein erinomaisesti (erittäin huonosti).

Lähde: IMD (2016, s. 433, muuttuja 4.2.05). Tiedot ovat vuodelta 2016.

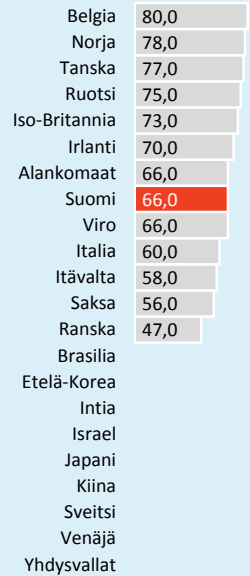


Liitekuvio 18

Aktiivisuus sosiaalisessa mediassa.

%-osuus Internet-käyttäjistä, jotka ovat mukana sosiaalisissa verkostoissa.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.

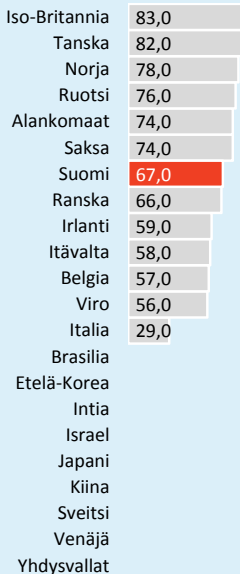


Liitekuvio 19

Ostanut tuotteita tai palveluita Internetistä.

%-osuus kuluttajista, jotka ovat ostaneet Internetin välityksellä vuoden aikana.

Lähde: European Commission, Digital Agenda Scoreboard, i_blt12. Tiedot ovat vuodelta 2016.

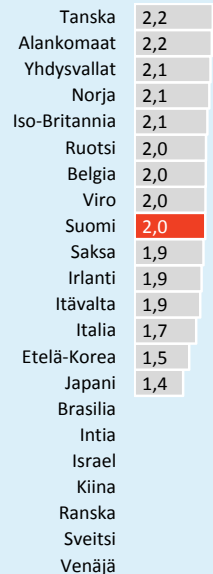


Liitekuvio 20

ICT-osaaminen kotikäytössä.

Työikäisten (25–54 v.) ICT-osaaminen 0:sta (ei koskaan käytössä) 4:ään (käytössä päivittäin).

Lähde: OECD Skills Outlook 2013; Survey of Adults Skills (PIAAC) 2012, Table A4.10. Tiedot ovat vuodelta 2012.



Kansalaisten vaikutukset

21. ICT:n vaikutus työmarkkinoihin. Indeksiarvo nollassa sataan, jossa korkeampi arvo kuvaa suurempaa ICT:n vaikutusta työmarkkinoihin. Lähteenä on Maailman Pankin julkaisu World Development Report 2016. Luvut koskevat vuotta 2016 tai viimeisintä saatavissa ollutta vuotta.
22. Sähköisen liiketoiminnan osuus kaupan liikevaihdosta. Luku on laskettu sähköisen liiketoiminnan suhteellisena osuutena vähintään 10 hengen yritysten liikevaihdosta. Luvuissa on mukana myös yritysten välinen elektroninen kauppa (EDI). Suomen osalta tilastolähteestä ei ole edelleenkään saatavissa luotettavia lukuarvoja, niinpä Suomen kohdalla arviona käytetään koko yrityssektorin sähköisen liiketoiminnan osuutta liikevaihdosta. Lähteenä on Eurostat (muuttujakoodi isoc_pibi_etecn2), ja luvut koskevat vuotta 2016.
23. Peruspalvelujen parempi saavutettavuus ICT:n myötä. Kilpailukykykyselyn vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että ICT:llä on ollut merkittävämpi vaikutus palvelujen saavutettavuudessa. Peruspalveluilla tarkoitetaan mm. sosiaali- ja terveyspalveluita, koulutusta ja pankki- ja vakuutuspalveluita. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot koskevat vuotta 2016.
24. ICT:tä hyödyntävä yhteiskunnallinen osallistuminen. Muuttuja on indeksiarvo nollassa sataan, jossa korkeampi arvo kuvaa maan laajempaa hyödyntämistä. Muuttaja pyrkii huomioimaan sekä julkisen sektorin tarjoamat erilaiset kannustimet ja pyrkimykset sähköisten palvelujen lisääntyvälle käytölle että kansalaisten halun ja kyvyn osallistua yhteiskunnalliseen toimintaan ICT:tä hyödyntäen. Lähteenä on YK:n E-Government Survey 2016 ja luvut koskevat vuotta 2016. Tämä korvaa edellisen vuoden muuttujan ”Terveystieteiden mobiilisovellukset”, koska aineistosta ei ollut saatavissa päivitystä.

Kansalaisten vaikutukset

Liitekuvio 21

ICT:n vaikutus työmarkkinoihin.

Indeksiarvo nol-
lasta sataan, jossa
korkeampi arvo
kuvaa suurempaa
ICT:n vaikutusta
työmarkkinoihin.

Lähde: World Deve-
lopment Report 2016.
World Bank. Tiedot ovat
vuodelta 2016.

Israel	47,8
Sveitsi	46,8
Ruotsi	45,2
Iso-Britannia	44,4
Norja	43,7
Belgia	43,4
Tanska	42,6
Alankomaat	41,9
Saksa	40,5
Irlanti	40,4
Itävalta	38,6
Suomi	38,4
Ranska	37,9
Italia	37,0
Viro	33,5
Intia	18,5
Kiina	6,7
Brasilia	
Etelä-Korea	
Japani	
Venäjä	
Yhdysvallat	

Liitekuvio 23

Peruspalvelujen parempi saavutettavuus ICT:n myötä.

Vastaajien keski-
määräinen arvo
asteikolla 1:stä
7:ään. Korkeampi
arvo tarkoittaa,
että ICT:llä on ollut
merkittävämpi
vaikutus palvelujen
saavutettavuus-
dessa.

Lähde: WEF Executive
Opinion Survey 2015
ja 2016. Tiedot ovat
vuodelta 2016.

Sveitsi	6,6
Alankomaat	6,4
Ruotsi	6,4
Norja	6,4
Israel	6,2
Itävalta	6,2
Yhdysvallat	6,1
Tanska	6,1
Viro	6,1
Belgia	6,0
Saksa	6,0
Suomi	6,0
Ranska	6,0
Iso-Britannia	6,0
Etelä-Korea	5,9
Japani	5,7
Irlanti	5,0
Kiina	4,8
Intia	4,6
Italia	4,4
Venäjä	4,2
Brasilia	3,5

Liitekuvio 22

Sähköisen liike- toiminnan osuus kaupan liikevaihi- dosta.

%:a vähintään 10
hengen yritysten
liikevaihdosta
(ml. EDI).

Lähde: Eurostat Infor-
mation society statistics.
Tiedot ovat vuodelta
2016. Suomen luku
koskee koko yrityssekto-
ria, koska Suomi ei ole
pystynyt tuottamaan
luotettavaa tietoa
Eurostatille.

Belgia	28,0
Norja	28,0
Tanska	27,0
Irlanti	22,0
Ruotsi	22,0
Suomi	21,0
Iso-Britannia	18,0
Ranska	15,0
Saksa	15,0
Alankomaat	13,0
Viro	13,0
Itävalta	9,0
Italia	8,0
Brasilia	
Etelä-Korea	
Intia	
Israel	
Japani	
Kiina	
Sveitsi	
Venäjä	
Yhdysvallat	

Liitekuvio 24

ICT:tä hyödyntävä yhteiskunnallinen osallistuminen.

Indeksiarvo
nollasta sataan,
jossa korkeampi
arvo kuvaa maan
laajempaa hyödyn-
tämistä.

Lähde: United Nations
E-Government Survey
2016. Tiedot ovat vuo-
delta 2016.

Iso-Britannia	100,0
Japani	98,3
Etelä-Korea	96,6
Alankomaat	94,9
Italia	91,5
Suomi	91,5
Ranska	89,8
Yhdysvallat	89,8
Itävalta	88,1
Israel	83,1
Kiina	81,4
Tanska	81,4
Viro	81,4
Intia	76,3
Norja	76,3
Ruotsi	76,3
Saksa	76,3
Venäjä	74,6
Brasilia	72,9
Irlanti	71,2
Belgia	64,4
Sveitsi	57,6

Julkisen sektorin edellytykset

25. Tietoturvahuolet eivät estä kansalaisten viranomaisasiointia Internetissä. %-osuus 16–74-vuotiaista Internetiä viimeisten 12 kuukauden aikana käyttäneistä henkilöistä, joiden mielestä tietoturvahuolet eivät ole haitanneet heidän asiointiaan viranomaistahojen kanssa Internetissä. Lähteenä on Eurostatin Information society statistics -tietokantaan sisältyvä kysely ICT usage in households and by individuals, ja tiedot koskevat vuotta 2016.
26. Teknologinen regulaatio tukee yritystoiminnan kehittämistä ja innovaatiotoimintaa. Maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastaajat katsovat maassa sovelletun teknologisen regulaation tukevan yritystoiminnan kehittämistä ja innovaatiotoimintaa erinomaisesti (erittäin huonosti). Lähteenä on IMD:n kilpailukykyraportti vuodelta 2016, s. 439, muuttujan koodi 4.2.17. Tiedot ovat vuodelta 2016.
27. ICT:tä sivuavan lainsäädännön edistyksellisyys. Kilpailukykykyselyn vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa parempaa lainsäädäntöä ICT:n käyttöön liittyen (esim. sähköinen kaupankäynti, digitaaliset varmenteet, kuluttajansuoja). Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.
28. ICT:n hyödyntäminen julkisessa tiedottamisessa. Vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkisessa tiedottamisessa hyödynnetään enemmän ICT:tä. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Julkisen sektorin edellytykset

Liitekuvio 25

Tietoturva-uhleet eivät estä kansalaisten viranomaisasiointia Internetissä.

%-osuus 16–74-vuotiaista henkilöistä, jotka ovat käyttäneet Internetiä viimeisten 12 kuukauden aikana.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Viro	100,0
Alankomaat	99,0
Irlanti	99,0
Norja	99,0
Ruotsi	99,0
Suomi	99,0
Tanska	99,0
Iso-Britannia	98,0
Belgia	97,0
Sveitsi	94,0
Itävalta	92,0
Ranska	91,0
Saksa	89,0
Brasilia	
Etelä-Korea	
Intia	
Israel	
Italia	
Japani	
Kiina	
Venäjä	
Yhdysvallat	

Liitekuvio 27

ICT:tä sivuavan lainsäädännön edistyskellisuus.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa parempaa lainsäädäntöä.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Viro	5,8
Iso-Britannia	5,6
Norja	5,6
Yhdysvallat	5,5
Suomi	5,4
Ruotsi	5,3
Tanska	5,3
Irlanti	5,2
Saksa	5,2
Alankomaat	5,2
Ranska	5,1
Sveitsi	5,1
Etelä-Korea	5,1
Itävalta	5,0
Israel	4,9
Belgia	4,7
Japani	4,6
Kiina	4,5
Intia	4,4
Venäjä	4,0
Italia	4,0
Brasilia	3,8

Liitekuvio 26

Teknologinen regulaatio tukee yritystoiminnan kehittämistä ja innovaatio-toimintaa.

Maa saa arvon 10 (arvon 0), jos kyselyyn vastaajat katsovat maassa sovelletun teknologisen regulaation tukevan yritystoiminnan kehittämistä ja innovaatio-toimintaa erinomaisesti (erittäin huonosti).

Lähde: IMD (2016, s. 439, muuttuja 4.2.17). Tiedot ovat vuodelta 2016.

Ruotsi	7,7
Sveitsi	7,7
Yhdysvallat	7,7
Suomi	7,6
Israel	7,6
Alankomaat	7,4
Norja	7,4
Tanska	7,3
Iso-Britannia	7,0
Irlanti	6,9
Viro	6,7
Belgia	6,6
Saksa	6,3
Intia	6,2
Ranska	6,1
Kiina	6,1
Itävalta	5,7
Japani	5,7
Etelä-Korea	5,5
Italia	5,3
Venäjä	4,5
Brasilia	4,4

Liitekuvio 28

ICT:n hyödyntäminen julkisessa tiedottamisessa.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkisessa tiedottamisessa hyödynnetään enemmän ICT:tä.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Norja	5,2
Japani	5,2
Yhdysvallat	5,1
Saksa	5,0
Suomi	5,0
Kiina	4,9
Viro	4,9
Ruotsi	4,9
Sveitsi	4,9
Etelä-Korea	4,9
Iso-Britannia	4,9
Israel	4,8
Alankomaat	4,7
Irlanti	4,7
Belgia	4,6
Tanska	4,6
Intia	4,5
Ranska	4,5
Itävalta	4,5
Venäjä	3,9
Italia	3,7
Brasilia	3,1

Julkisen sektorin käyttö

29. Kansalaisten sähköinen viranomaisasiointi. Muuttuja kuvaa osuutta 16–74 vuotta vanhoista kansalaisista, jotka ovat hakeneet viranomais-tietoa Internetin välityksellä viimeisen 12 kuukauden aikana pois luki-en Sveitsin, jonka osalta tieto kattaa kaikki 14 vuotta täyttäneet henki-löt. Lähteenä Eurostatin Information society statistics. Tiedot koskevat vuotta 2016.
30. Julkisen datan avoimuus. Indeksiarvo nollassa sataan, jossa korkeampi arvo kuvaa julkisen datan suurempaa avoimuutta. Lähteenä on Open Knowledge Network. <http://index.okfn.org/place/>. Tiedot koskevat vuotta 2015.
31. Julkiset teknologiatuotteiden hankinnat. Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkisin han-kinnoin edistetään enemmän korkean teknologian kehittämistä ja käyt-töä. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.
32. Julkisten online-palvelujen laajuus ja laatu. Indeksiarvo nollassa sataan, jossa korkeampi arvo kuvaa maan julkisten online-palvelujen parem-paa laajuutta tai laatua. Lähteenä on United Nations E-Government Survey 2016.

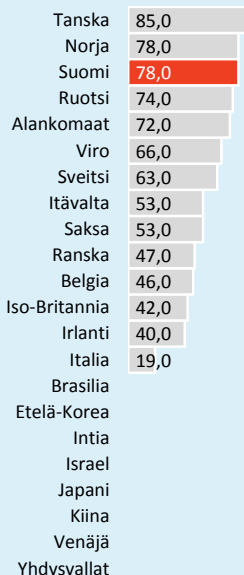
Julkisen sektorin käyttö

Liitekuvio 29

Kansalaisten sähköinen viranomaisasiointi.

%-osuus kansalaisista, jotka hakevat viranomaistietoa Internetin välityksellä.

Lähde: Eurostat Information society statistics. Tiedot ovat vuodelta 2016.

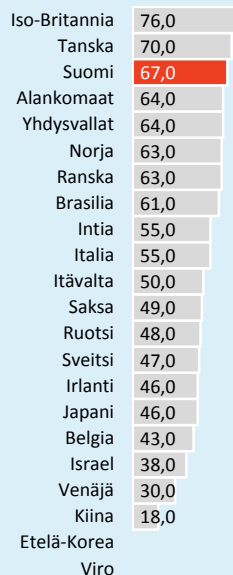


Liitekuvio 30

Julkisen datan avoimuus.

Indeksiarvo nollasta sataan, jossa korkeampi arvo kuvaa julkisen datan suurempaa avoimuutta.

Lähde: Open Knowledge Network. <http://index.okfn.org/place/>. Tiedot ovat vuodelta 2015.

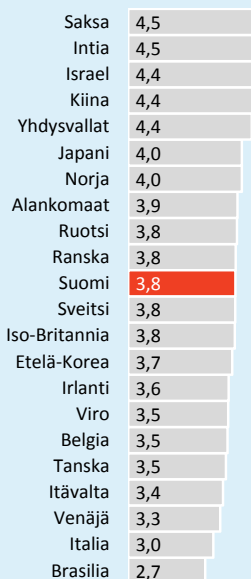


Liitekuvio 31

Julkiset teknologiatuotteiden hankinnat.

Vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkisin hankinnoin edistetään korkean teknologian kehittämistä ja käyttöä.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

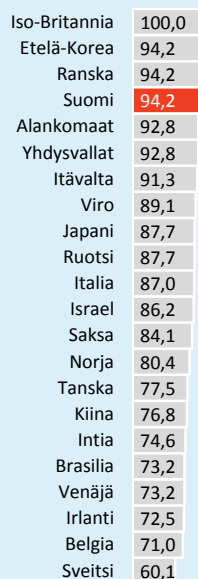


Liitekuvio 32

Julkisten online-palvelujen laajuus ja laatu.

Indeksiarvo nollasta sataan, jossa korkeampi arvo kuvaa maan parempaa laajuutta/laatua.

Lähde: United Nations E-Government Survey 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.



Julkisen sektorin vaikutukset

33. ICT parantaa julkisten palvelujen tuottavuutta. Kilpailukykykyselyssä vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa ICT:n suurempaa vaikutusta esimerkiksi palveluiden nopeampaan saatavuuteen, virheiden vähenemiseen, läpinäkyvyyden parantumiseen ja uusien online-palvelujen luomiseen. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot koskevat vuotta 2016.
34. Julkiset toimet ICT:n hyödyntämisen edistämiseksi. Kilpailukykykyselyssä vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkisin toimin edistetään johdonmukaisesti ICT:n hyödyntämistä maan kilpailukyvyn parantamisessa. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot koskevat vuotta 2016.
35. Julkisten ICT-toimien vaikuttavuus taloudessa. Vastaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkiset toimet ovat lisänneet enemmän yleistä ICT:n hyödyntämistä. Lähteenä on WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot koskevat vuotta 2016.
36. Viestintäpalvelujen kilpailullisuus. Indeksi, joka saa arvoja nolasta kahteen. Maa saa arvon 2 (arvon 0), jos kaikki 19 tarkasteltua viestintäpalvelutyyppiä ovat kilpailtuja (monopolisoituja). Lähteenä ovat ITU ja WEF:n laskelmat, ja luvut koskevat vuotta 2014.

Julkisen sektorin vaikutukset

Liitekuvio 33

ICT parantaa julkisten palvelujen tuottavuutta.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa ICT:n suurempaa vaikutusta.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Viro	5,9
Ruotsi	5,5
Etelä-Korea	5,4
Norja	5,3
Iso-Britannia	5,2
Suomi	5,2
Tanska	5,1
Yhdysvallat	5,0
Alankomaat	5,0
Saksa	4,9
Sveitsi	4,9
Israel	4,8
Ranska	4,7
Kiina	4,7
Itävalta	4,7
Irlanti	4,7
Japani	4,5
Belgia	4,5
Intia	4,4
Venäjä	4,2
Italia	3,6
Brasilia	3,3

Liitekuvio 34

Julkiset toimet ICT:n hyödyntämisen edistämiseksi.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkiset toimin edistetään johdonmukaisesti ICT:n hyödyntämistä maan kilpailukyvyyn parantamisessa.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Norja	5,2
Japani	5,2
Yhdysvallat	5,1
Saksa	5,0
Suomi	5,0
Kiina	4,9
Viro	4,9
Ruotsi	4,9
Sveitsi	4,9
Etelä-Korea	4,9
Iso-Britannia	4,9
Israel	4,8
Alankomaat	4,7
Irlanti	4,7
Belgia	4,6
Tanska	4,6
Intia	4,5
Ranska	4,5
Itävalta	4,5
Venäjä	3,9
Italia	3,7
Brasilia	3,1

Liitekuvio 35

Julkisten ICT-toimien vaikuttavuus taloudessa.

Vastaaajien keskimääräinen arvo asteikolla 1:stä 7:ään. Korkeampi arvo tarkoittaa, että julkiset toimet ovat lisänneet enemmän yleistä ICT:n hyödyntämistä.

Lähde: WEF Executive Opinion Survey 2015 ja 2016. Tiedot ovat vuodelta 2016.

Viro	5,6
Norja	5,2
Ruotsi	5,1
Iso-Britannia	5,0
Etelä-Korea	5,0
Alankomaat	5,0
Yhdysvallat	5,0
Sveitsi	4,9
Suomi	4,9
Saksa	4,9
Irlanti	4,8
Tanska	4,8
Israel	4,8
Ranska	4,7
Kiina	4,7
Japani	4,6
Itävalta	4,5
Belgia	4,4
Intia	4,2
Venäjä	4,2
Italia	3,4
Brasilia	3,0

Liitekuvio 36

Viestintäpalvelujen kilpailullisuus.

Maa saa arvon 2 (arvon 0), jos kaikki 19 tarkasteltua viestintäpalvelutyyppiä ovat kilpailuttajia (monopoli-soitujia).

Lähde: ITU. Tiedot ovat vuodelta 2014.

Alankomaat	2,0
Belgia	2,0
Brasilia	2,0
Intia	2,0
Irlanti	2,0
Itävalta	2,0
Japani	2,0
Norja	2,0
Ranska	2,0
Ruotsi	2,0
Saksa	2,0
Suomi	2,0
Sveitsi	2,0
Viro	2,0
Yhdysvallat	2,0
Italia	1,9
Tanska	1,9
Iso-Britannia	1,9
Israel	1,8
Etelä-Korea	1,8
Venäjä	1,5
Kiina	1,1

Liite 2: Digibarometrin toteutus

Viimevuotiseen tapaan Digibarometri 2017 on tehty soveltaen lähestymistapaa, joka on sukua mm. IMD:n kilpailukykymittauksille, joissa maita laitetaan paremmuusjärjestykseen indeksillä, joka perustuu vakioitujen tilasto- ja muiden muuttujien yhdistelyyn. Barometri mittaa digitaalisuuden laajaa yhteiskunnallista hyödyntämistä, eikä sijoituksiin siten suoraan vaikuta esim. maan rooli digitaalisten tuotteiden ja palveluiden *tarjonnassa*.

Viitekehys

Toteuttamistapa on käytännössä sama kuin vuosi sitten julkaistussa Digibarometrissä, joskin aineistot ovat päivittyneet kautta linjan. Kahdeksan yksittäistä muuttujaa on jouduttu vaihtamaan, koska täsmälleen sama muuttuja ei enää ollut saatavilla (muuttujista liitteessä 1).

Barometri mittaa yhteiskunnan digitaalisia ulottuvuuksia kolmella toisiinsa kytkeytyvällä tasolla – *edellytyksissä*, *käytössä* ja *vaikutuksissa* – sekä kolmella pääsektorilla – *y yrityksissä*, *kansalaisten keskuudessa* ja *julkisella sektorilla*. Kolme tasoa ja kolme sektoria yhdistämällä syntyy yhdeksän solun matriisi, joka toimii *Digibarometrin* viitekehysenä (liitekuvio 37).

Liitekuvio 37 Digibarometrin viitekehys

Vaikutukset			
Käyttö			
Edellytykset			
	Yritykset	Kansalaiset	Julkinen

Digibarometrissa kansainvälinen vertailu toteutetaan kilpailukykyindekseistä (IMD, 2016; WEF, 2016) tutulla tavalla, joka käytännössä perustuu maatasolla mitattujen muuttujien vakiointiin ja yhdistelyyn.

Digibarometrin muuttujat on valittu yleisesti saatavilla olevista tilasto- ja muista lähteistä. Muuttujat on esitetty liitekuviossa 38 ja tarkemmin liitteessä 1. Edellisen vuoden muuttujiin verrattuna tämän vuoden barometrissa on kahdeksan uutta muuttujaa, jotka on ympyröity kuviossa oranssilla. Muutokset johtuvat siitä, ettei vanha muuttuja ollut päivitettävissä.

Muuttujien valinta

Indeksin laskentaan käytetyt muuttujat on valittu siten, että ne kuvaavat suoraan eri digitaalisia ulottuvuuksia mutta eivät itse ICT-alaa tai koulutustason kaltaisia yleisiä edellytyksiä. Mukaan on valittu nimenomaan Suomea ja lähimpiä kilpailijamaita, kuten Ruotsia, erottelevia muuttujia.

Viitekehysmatriisin kuhunkin yhdeksään soluun on valittu neljä muuttujaa, jotka tuovat esiin erilaisia ulottuvuuksia solun aihepiiristä. Koska digitaalisuuteen liittyvät ulottuvuudet ovat usein voimakkaasti korreloituneita, laajemman muuttujajoukon ei katsottu tarjoavan olennaista etua.

Liitekuvio 38 Digibarometrin muuttujat

	<input checked="" type="checkbox"/> Muuttunut	<input type="checkbox"/> Ei päivittynyt	
Vaikutukset	ICT täyttää yritysten tarpeet ICT:n vaik. liiket. malleihin ICT-pääoman kasvukontrib. Yritysten sähköinen hankinta	ICT:n vaik. työmarkkinoihin e-kaupan liikevaihto-osuus ICT tukee julkisia palveluja Yhteiskunnallinen e-osallist.	ICT ja julkinen tuottavuus Julkinen tuki ICT:n hyödynt. Julk. ICT-toimien vaikutukset Kilpailun kireys ICT-palv.
	ICT-osaaminen työtehtävissä Sähköinen laskutus Yritysten pilvipalvelukäyttö Somen käyttö liiketoimissa	Tavoitettavuus sähkö. välinein Aktiivisuus sos. mediassa Verkkokaupan osuus hank. ICT-osaaminen kotikäytössä	Julk. e-asiointi, kansalaiset Julkisen datan avoimuus Julk. teknol. tuot. hankinnat Julkisten e-palv. laajuus
	Yritysten laajakaistakäyttö Valmiudet pilvipalveluihin Helppo rekrytoida ICT-henk. Sivustojen IPv6-tuen yleisyys	Nopean laajakaistan yleisyys Mobiililaajakaistan käyttö IT-osaajien saatavuus ICT opetuksessa	Kyber-turvall., kansalaiset Teknologinen regulaatio Hyvä ICT-lainsäädäntö ICT julk. tiedottamisessa
	Yritykset	Kansalaiset	Julkinen

Rahamääräisiä muuttujia (esim. laajakaistaliittymien kuukausi- tai puhelujen minuuttihinnat) vältettiin, koska ne ovat ehdollisia maan yleiselle kustannustasolle ja regulaatioympäristölle sekä vallitsevalle kysynnän ja tarjonnan luonteelle ja rakenteelle. Lisäksi eri valuuttojen yhteismitallistamiselle ei ole yksiselitteisesti oikeaa tapaa (sekä käyvillä että ostovoimapari-teettipohjaisilla valuuttakursseilla on omat etunsa ja haittansa).

Myöskään investointitietoja ei käytetty. Rahamääräisten suureiden jo mairittujen ongelmien lisäksi ne ovat ehdollisia vallitsevalle suhdannetilanteelle ja maan talouden kehitysvaiheelle sekä vaihtoehtoisille investoinneille (esim. kiinteän *versus* mobiilin verkon investoinnit). Lisäksi tehtyjen investointien määrä ei suoraan kerro niiden hyvästä kohdentumisesta tai onnistuneesta toteutuksesta.

Maiden valinta

Vertailussa on 22 maata, joiden pääasiallisena valintakriteereinä ovat olleet, että ne ovat Suomen kaltaisia pieniä korkean tulotason maita (esim. Alankomaat, Sveitsi, Tanska) tai Suomen lähinaapureita (Norja, Ruotsi, Venäjä, Viro). Lisäksi mukana on verrokkeina neljä suurinta EU-maata (Iso-Britannia, Italia, Ranska, Saksa), vakiintuneita teollistuneita digiteknologiaa kehittäviä maita (Etelä-Korea, Japani, Yhdysvallat) ja nopeasti digitaalisuudessaakin kehittyvät BRIC-taloudet.

Indeksin laskenta

Kustakin mukana olevasta muuttujasta käytetään viimeistä saatavilla olevaa tietoa. Muuttujien yhteismitallistaminen on tehty yleisesti käytetyllä *z-score*-menetelmällä siten, että positiivisten ja negatiivisten ääriarvojen ylisuuri vaikutus eliminoidaan.

Laskettaessa *z-scorea* otetaan ensin erotus kunkin maan tietyn muuttujan arvosta ja kaikkien maiden keskiarvosta kyseisessä muuttujassa, joka sitten jaetaan kyseisen muuttujan kaikkien maiden välisellä keskihajonnalla:

$$z\text{-score} = \frac{\text{Maan arvo muuttujassa } y - y: \text{ n keskiarvo}}{y: \text{ n keskihajonta}}$$

Ongelmana *z-scoressa* on se, että hyvin suuret tai pienet arvot voivat vaikuttaa merkittävästi lopputuloksiin. *Digibarometria* laskettaessa haluttiin, että maa kyllä saa ruusuja tai risuja erittäin korkeasta tai matalasta arvosta mutta siten, ettei yksittäinen muuttuja pääse dominoimaan maan koko-

nais-, taso-, sektori- tai solusijoitusta eikä laajemminkaan pääse hämärtämään maiden välisiä suhteita.

Niinpä meneteltiin niin, että kertaalleen lasketun z-scoren perusteella jakauman äärimmäisiä positiivisia (ja negatiivisia) arvoja tasoitettiin korkealle mutta kohtuulliselle positiiviselle (tai negatiiviselle) tasolle alla kuvattavalla tavalla.

Z-scoren kaava tuottaa muuttujan, jonka keskiarvo yli maiden on nolla ja keskihajonta yksi. Niinpä normaalijakautuneen muuttujan tapauksessa vakioitujen muuttuja-arvojen -2:n ja +2:n väliin jää 95 % havainnoista sekä jakauman positiiviseen ja negatiiviseen häntään yhteensä 5 %. Näihin häntiin jääviä arvoja muokattiin siten, että ne laitettiin vastaamaan jakauman keskimmäisen 95 % ylä- tai alalaitaa (käytännössä alle -2 suuruiset arvot saivat arvon -2 ja yli +2 suuriset arvon +2). Menetelmää kutsutaan *winsoroinniksi*. Koska alkuperäisen z-scoren laskennassa ääriarvot vaikuttivat koko jakumaan mahdollisesti tuloksia harhauttavalla tavalla, *winsoroinnin* jälkeen z-scoret laskettiin uudelleen muokkauksen jälkeisistä arvoista.

Kokonais-, taso-, sektori- ja soluindeksien arvot ovat yksinkertaisesti mukaan tulevien yllä kuvatulla tavalla vakioitujen muuttujien ei-puuttuvien havaintojen summia. Jotta indekseillä olisi intuitiivisempi tulkinta ja niiden tulosten hahmottaminen olisi helpompaa, ääriarvokorjatut ja uudelleen vakioidut z-score-summat rajattiin vaihtelevaan välillä 1:stä 100:aan.

Maa saa arvon 1, jos se määrittää koko maajoukon huonoimman arvon *kaikissa mukaan tulevissa muuttujissa* ja vastaavasti 100, jos se on *paras kaikissa muuttujissa*. Olennainen välivaihe tähän pääsemisessä on seuraava: otetaan ensin erotus maan muuttujasummasta ja muuttujien matalimpien arvojen summista (saivatpa nämä mikä maa tahansa), joka sitten jaetaan erotuksella muuttujien korkeimpien ja matalimpien arvojen summista. Kaavan muut osat liittyvät halutun ylä- ja alarajan määrittämiseen. Indeksiarvo lasketaan kaavasta:

$$\text{Maan indeksi} = 99 \times \frac{\text{Maan oikea summa} - \text{Minimien summa}}{\text{Maksimien summa} - \text{Minimien summa}} + 1$$

Kuten yllä olevasta kaavasta havaitaan, tapauksessa, jossa maa on paras kaikissa mukaan tulevissa muuttujissa, jakolaskun osoittaja ja nimittäjä ovat sama luku, jolloin maan indeksiarvoksi tulee 100. Vastaavasti kaikissa muuttujissa heikoin maa saa arvon 1.

Liite 3: Digibarometrin tulokset

Suomi toinen Digibarometrin kokonaisindeksissä

Suomi putoaa digibarometrin kokonaisijoiutuksessa toiseksi viime vuoden kärkisijalta Norjan kiilatessa ohitsemme. Alatasoista *edellytykset – käyttö – vaikutukset* sijoituksemme huononee eniten edellytyksissä (-2 sijaa) ja paranee eniten käytössä (+2 sijaa). Sektoreittain julkisen sektorin alaindeksissä sijoituksemme kohentuu yhdellä sijalla, yritysten ja kansalaisten vertailussa ei ole tapahtunut muutosta viime vuoteen. Soluittain tarkasteltuna sijoituksemme heikentyy eniten yritysten edellytyksissä (-4 sijaa) ja paranuu eniten julkisessa käytössä (+4 sijaa).

Pohjoismaat jatkavat Digibarometrin kokonaisindeksin kärjessä

Pohjoismaat muodostavat viime vuoden tapaan Digibarometrin kokonaisindeksin kärkinelikon. Suomen jälkeen Tanska on vertailun kolmas ja Ruotsi jatkaa mitalisijojen ulkopuolella neljäntenä. Lähimmäksi Pohjoismaita yltyvät samoin viime vuoden tapaan Alankomaat ja Yhdysvallat. Myös Iso-Britannia, Etelä-Korea ja Sveitsi pärjäävät hyvin. Heikoiten vertailussa menestyvät aiempien vuosien tapaan Italia sekä kehittyvät BRIC-taloudet.

Liitekuvio 39

Suomen kokonais-, taso-, sektori- ja solukohtaiset sijoitukset Digibarometrissä.

Suomi sijoittuu toiseksi Digibarometrin kokonaisindeksissä. Suomi on ykkösenä yrityksissä mutta vasta neljäs kansalaisissa. Sijoitusten muutos viimevuotiseen verrattuna kurssiivilla. Suomen merkittävin parannus on tapahtunut julkisessa käytössä. Suurin tippuminen liittyy yritysten edellytyksiin.

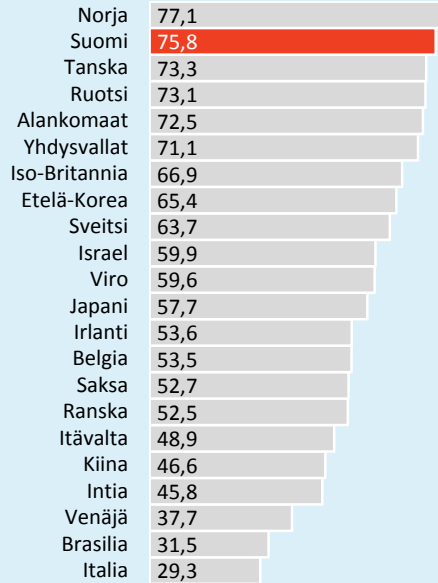


Liitekuvio 40

Digibarometri: Kokonaisindeksi.

Pohjoismaat ovat Digibarometrin kärjessä. Italia ja Bric-maat menestyvät heikoimmin.

Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä. Lähde: Indeksien laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016.

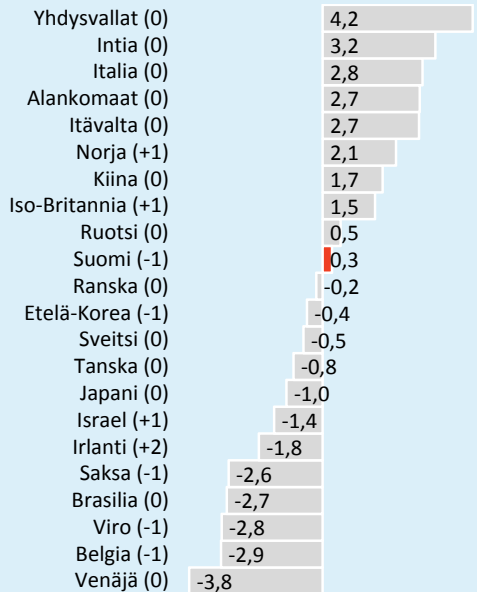


Liitekuvio 41

Digibarometri: Kokonaisindeksin muutokset edelliseen barometriin verrattuna.

Yhdysvallat ja Intia ovat parantaneet ja Venäjä sekä Belgia heikentäneet indeksiarvoaan eniten viime vuoden Digibarometriin verrattuna. Muutokset sijoituksissa ovat vähäisiä.

Lähde: Indeksien laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuosilta 2015 ja 2016. Vaakapylväissä on raportoitu indeksilukujen muutokset. Maan perässä suluissa on puolestaan sijaluvun muutos.

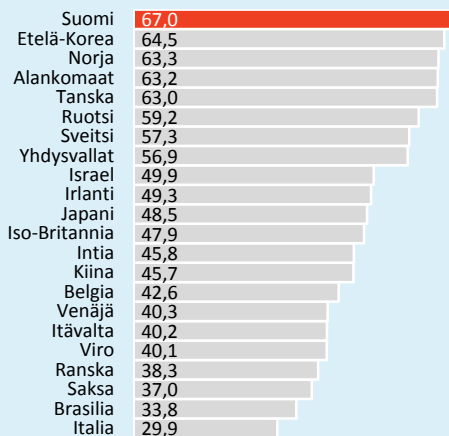


Liitekuvio 42

**Digibarometri: Yritykset
(3 ulottuvuutta).**

Suomi on ykkönen *yritysten* vertailussa ennen Etelä-Koreaa, Norjaa, Alankomaita ja Tanskaa. Italia ja Brasilia löytyvät vertailun häntäpäästä.

Lähde: Indeksien laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

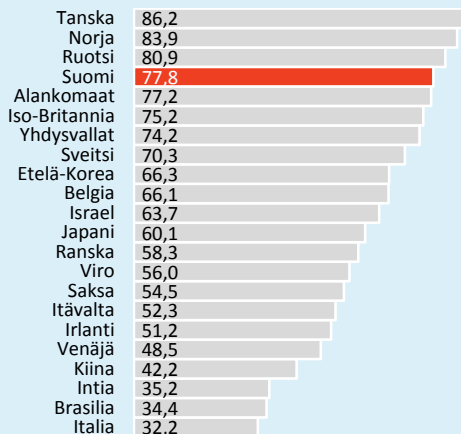


Liitekuvio 43

**Digibarometri: Kansalaiset
(3 ulottuvuutta).**

Kansalaisten vertailussa Suomi pärjää Pohjoismaista heikoiten, mutta on kuitenkin vertailun neljäs.

Lähde: Indeksien laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

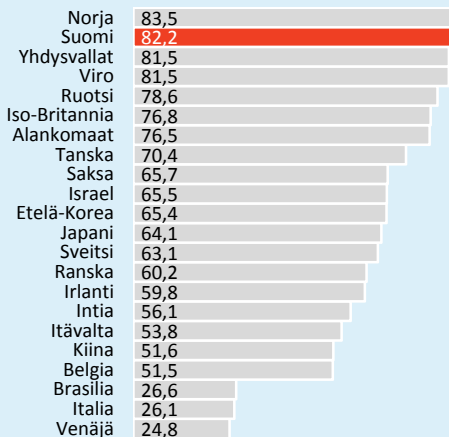


Liitekuvio 44

**Digibarometri: Julkinen
(3 ulottuvuutta).**

Vain Norja on Suomen edellä *julkisen* sektorin vertailussa. Venäjä, Italia ja Brasilia menestyvät heikoiten.

Lähde: Indeksien laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

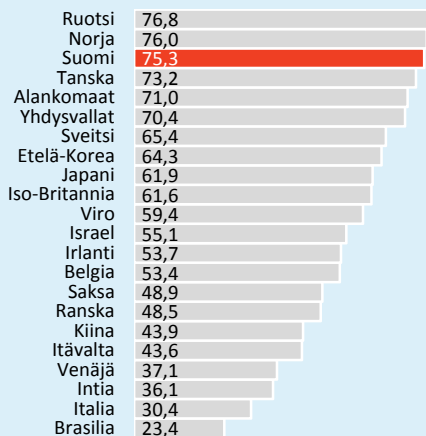


Liitekuvio 45

**Digibarometri: Edellytykset
(kaikki sektorit).**

Ruotsilla ja Norjalla on Suomea paremmat *edellytykset* digitaalisuuden hyödyntämiseen.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

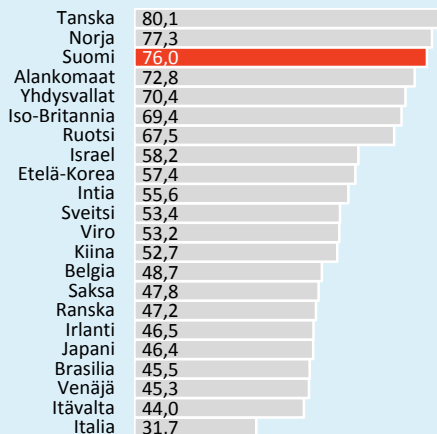


Liitekuvio 46

**Digibarometri: Käyttö
(kaikki sektorit).**

Suomi menestyy Ruotsia paremmin digin *käytössä* huonommista *edellytyksistä* huolimatta.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

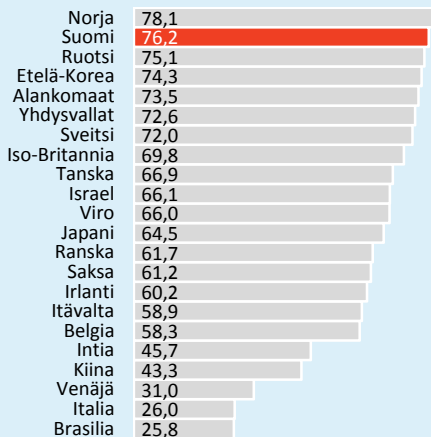


Liitekuvio 47

**Digibarometri: Vaikutukset
(kaikki sektorit).**

Digin *vaikutuksissa* Suomi on Norjan jälkeen hopealla. Brasilia, Italia ja Venäjä ovat peränpitäjinä.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

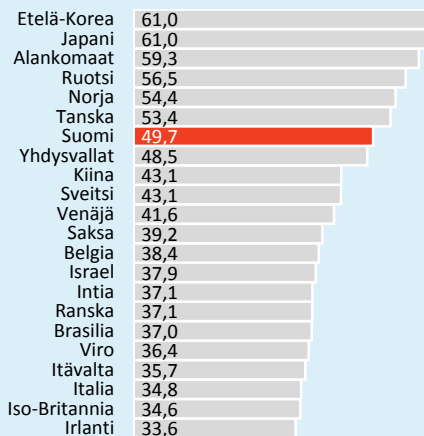


Liitekuvio 48

Digibarometri: Yritysten edellytykset.

Suomessa on Pohjoismaiden heikoimmat *yritysten edellytykset* mutta hieman paremmat kuin Yhdysvalloissa.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

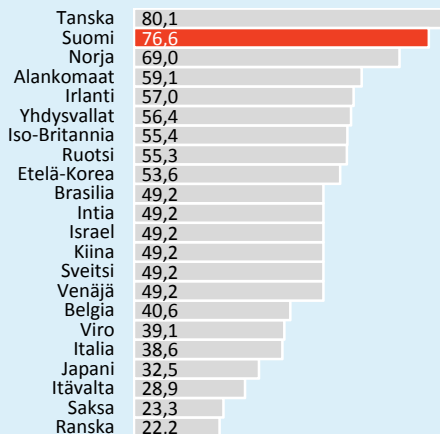


Liitekuvio 49

Digibarometri: Yritysten käyttö.

Heikommista *edellytyksistä* huolimatta Suomi hakkaa *yritysten käytössä* Norjan ja Ruotsin.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

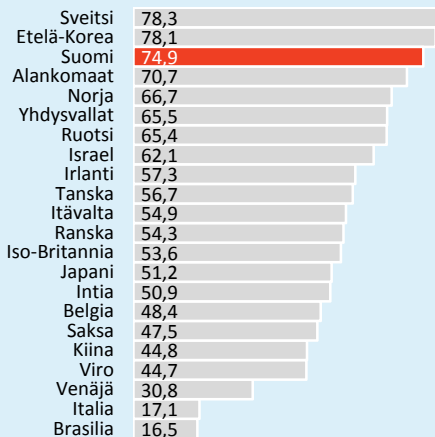


Liitekuvio 50

Digibarometri: Yritysvaikutukset.

Suomi on selvällä erolla Pohjoismaiden paras *yritysvaikutuksissa*, ja vain Sveitsi ja Etelä-Korea yltyvät Suomen edelle.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

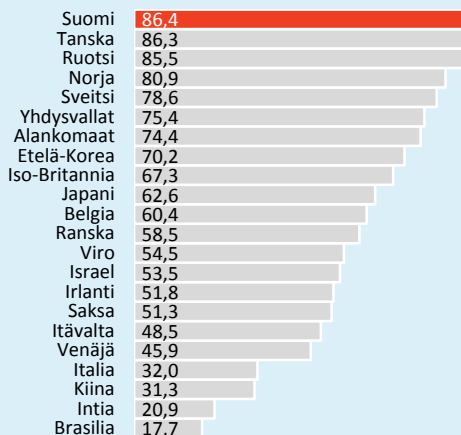


Liitekuvio 51

Digibarometri: Kansalaisten edellytykset.

Suomessa on vertailumaiden parhaat *kansalaisten edellytykset* digitaalisuuden hyödyntämiseen ennen muita Pohjoismaita.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

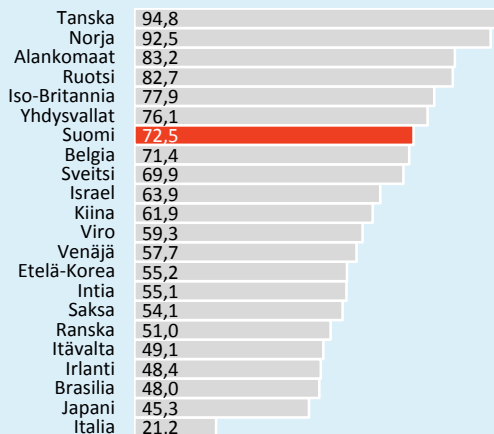


Liitekuvio 52

Digibarometri: Kansalaisten käyttö.

Hyvästä edellytyksistä huolimatta *kansalaisten käytössä* Suomi sijoittuu vasta seitsemänneksi.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

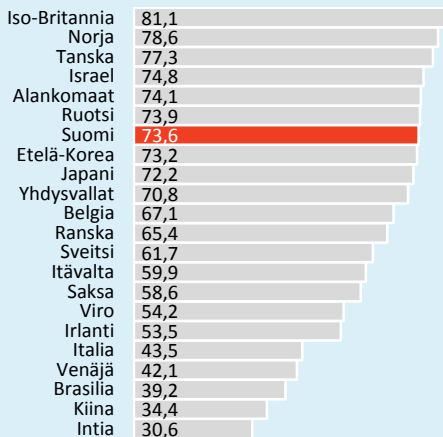


Liitekuvio 53

Digibarometri: Kansalaisvaikutukset.

Hyvät edellytykset eivät realisoitu myöskään digin *vaikutuksissa kansalaisiin*: Suomi on vertailun keskikastissa sijalla seitsemän.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

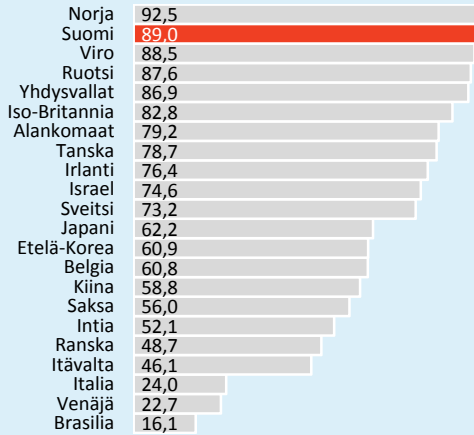


Liitekuvio 54

Digibarometri: Julkisen sektorin edellytykset.

Norjalla ovat vertailumaiden parhaat *julkisen sektorin edellytykset* digin hyödyntämiseen, Brasilialla ja Venäjällä heikoimmat. Suomi on Norjan jälkeen toisena lähes tasapistein Viron kanssa.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

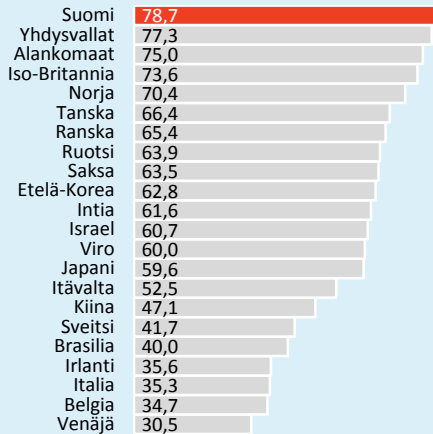


Liitekuvio 55

Digibarometri: Julkisen sektorin käyttö.

Julkisen sektorin käytössä Suomi on kärjessä ennen Yhdysvaltoja ja Alankomaita.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.

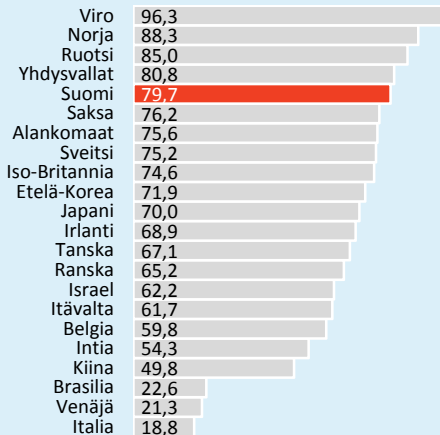


Liitekuvio 56

Digibarometri: Julkiset vaikutukset.

Julkisten vaikutusten indeksissä Viro on paras maa ennen Norjaa ja Ruotsia. Suomi on viidennenä tasaisessa keskiryhmissä.

Lähde: Indeksin laskentatapa ja rakenne käyvät ilmi liitteen kuvauksesta. Tiedot ovat vuodelta 2016. Maa saa arvon 100 (arvon 1), jos se on paras (huonoin) kaikissa mukana olevissa osatekijöissä.



Liite 4: Tekoälyn käyttö liiketoiminnassa – yrityskyselyn lomake

Tässä liitteessä raportoidaan tekoälyn käyttöä yritysten liiketoiminnassa kartoittaneen kyselyn ”rekrytointiviesti” vastaajille sekä kyselylomake.

Kutsuviesti

Otsikko: Etlan tekoälykysely (vain 7 pientä kysymystä)

Arvoisa _etunimi_ _sukunimi_ / _yritys_

Www-sivujenne perusteella olemme Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksessa Etlassa tunnistanee yrityksenne mahdolliseksi tekoälyn soveltajaksi.

Haluaisimme kysyä teiltä 7 pientä kysymystä tekoälyyn liittyen. Vastaaminen kestää noin 5 minuuttia ja onnistuu kaikilla päätelaitteilla. Vastauksenne ovat luottamuksellisia eikä vastaajakohtaisia tietoja paljasteta ulkopuolisille. Tuloksia hyödynnetään ETLAn yhteiskuntapolitiikkaan vaikuttavassa tutkimuksessa.

Mikäli asia ei tunnu koskevan teitä, pyydämme silti vastaamaan (tällöin kysymyksiä on vain kaksi).

Kyselyyn pääsee vastaamaan alla olevan linkin kautta:

[_link:Tekoalykysely_](#)

Ystävällisin terveisin,

Petri Rouvinen
Tutkimusjohtaja
ETLA, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

Kyselylomake

Tervetuloa vastaamaan Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen kyselyyn, jolla kartoitetaan yritysten tekoälyn käyttöä. Vastauksenne ovat luottamuksellisia eikä vastaajakohtaisia tietoja paljasteta ulkopuolisille. Vastauksiin yhdistetään Tilastokeskuksen tai vastaavien tahojen tietoja, jotta kysymyksiä olisi mahdollisimman vähän. Lisätietoja kyselystä antaa tutkimusjohtaja Petri Rouvinen (petri.m.rouvinen@etla.fi).

MITÄ TEKOÄLY ON?

Keino- tai tekoälyllä tarkoitetaan ohjelmallisia ratkaisuja, joiden avulla tehdään aiemmin ihmisten tekemiä päättely- ja ennakointiratkaisuja esimerkiksi puheen tai näköhavaintojen tulkittamiseen taikka päätöksentekoon liittyen. Tekoäly poikkeaa perinteisistä tietokoneohjelmista siinä, että päätöksentekosäännöt eivät ole etukäteen täysin määrättyjä järjestelmän ohjelmoineen ihmisen toimesta. Tekoäly pitää sisällään koneoppimisen, jossa ohjelma muodostaa itsenäisesti päättelysääntöjä annettuun lähtöaineistoon tutustumalla.

K1. Onko osana yrityksenne liiketoimintaa sovellettu tai kehitetty tekoälyä?

Kyllä -> K2

Ei -> K1_EI

K1_EI. Mikä on lähinnä merkittävin syy siihen, että yrityksenne ei käytä tai kehitä tekoälyä liiketoiminnassanne?

En tiedä, mitä tekoäly tarkoittaa -> Lopetus

Asia ei ole relevantti yrityksemme kannalta -> Lopetus

Ei ole tarvittavaa osaamista tekoälyyn liittyen -> Lopetus

Ei ole taloudellisia resursseja tekoälyn käyttöön tai kehittämiseen -> Lopetus

Olemme harkinneet tekoälyn käyttöä, mutta emme ole vielä ottaneet sitä käyttöön -> Lopetus

Jokin muu syy, mikä: _____ -> Lopetus

K2. Onko tekoälyä hyödynnetty yrityksenne sisäisten prosessien tehostamisessa? (Vaikkapa rutiininomaisen päätöksenteon, esimerkiksi laskujen hyväksymisen, automatisoinnissa.)

Kyllä

Ei

K3. Sisältyvätkö tekoälyratkaisut miltään osin suoraan asiakkailenne tarjoamiinne tavaroihin tai palveluihin? (Esimerkiksi tekoälyä hyödyntävä huoltotarpeen määrittely.)

Kyllä

Ei

K4. Missä laajuudessa yrityksenne oma henkilöstö Suomessa tekee tekoälyyn liittyvää tutkimus- tai kehitystyötä?

Ei lainkaan (ratkaisut ostettu ulkopuolelta tai kehitetty yrityksen ulkomaisissa osissa)

0–1 henkilötövuotta/vuosi

2–3 henkilötövuotta/vuosi

4–9 henkilötövuotta/vuosi

10–19 henkilötövuotta/vuosi

20 henkilötövuotta/vuosi tai enemmän

En osaa sanoa

K5. Käytättekö tekoälyn soveltamisessa tai kehittämässä omaa alustaa?

Ei

Kyllä, tärkeimmän alustan nimi: _____

K6. Käytättekö tekoälyn soveltamisessa tai kehittämässä ulkopuolista alustaa tai toimittajaa?

Ei

Kyllä, lähinnä tärkeimmän alustan/toimittajan nimi: _____

K7. Kuvatkaa lyhyesti yrityksenne lähinnä tärkein tekoälyn sovellus-alue: _____

Lopetus:

Kiitos vastauksestanne!

Painakaa vielä 'lähetä vastaukset' -painiketta tallentaaksenne vastauksenne.

Ajatuksianne tekoälystä ja/tai viestejä kyselyn toteuttajille: _____

Lähteet

Athey, S. (2017). Beyond Prediction: Using Big Data for Policy Problems. *Science*, 335(6324), 483–485.

Hidemichi, F. & Shunsuke, M. (2017). Trends and Priority Shifts in Artificial Intelligence Technology Invention: A global patent analysis. RIETI Discussion Paper Series 17–E–066.

IMD (2016). *IMD World Competitiveness Yearbook*. Institute for Management Development.

Nordhaus, W. D. (2015). Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth. *NBER Working Papers*, 21547.

WEF (2016). *The Global Competitiveness Report 2016–2017*. World Economic Forum.

Digibarometri 2017

Liikenne ja viestintäministeriön, Tekesin, Teknologiateollisuus ry:n ja Verkkoteollisuus ry:n Digibarometri julkaistaan neljättä kertaa Finlandia-talolla 15.6.2017. Tämän ja aiempien tilaisuuksien videot ja materiaalit ovat saatavissa osoitteessa <http://www.digibarometri.fi/>

Digibarometri kertoo kansakunnan ”digitaalisen asennon” ja sen muutokset, myös suhteessa muihin maihin. Perinteisen digibarometrin tulokset ja havainnot löytyvät tämän julkaisun alun tiivistelmästä ja liitteestä 3. Muutoin Digibarometrin teemana on tekoäly.

Digibarometri 2017 -tutkimuksen ja -julkaisun toteutuksesta vastaa *Elatieto Oy*.