

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2020:29

Tekoäly 4.0 -ohjelma Ensimmäinen väliraportti: käynnistysvaiheesta toteutusvaiheeseen



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:29

Tekoäly 4.0 -ohjelma

Ensimmäinen väliraportti: käynnistysvaiheesta toteutusvaiheeseen

Tekoäly 4.0 -ohjelman ohjausryhmä

Työ- ja elinkeinoministeriö Helsinki 2021

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö ministeriö

© 2021 tekijät ja työ- ja elinkeinoministeriö

ISBN pdf: 978-952-327-643-7

ISSN pdf: 1797-3562

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2021

Tekoäly 4.0 -ohjelma

Ensimmäinen väliraportti: käynnistysvaiheesta toteutusvaiheeseen

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2021:29		Teema	Yritykset
Julkaisija	Työ- ja elinkeinoministeriö		
Yhteisötekijä	Tekoäly 4.0 -ohjelman ohjausryhmä		
Kieli	suomi	Sivumäärä	79

Tiivistelmä

Elinkeinoministeri Mika Lintilä asetti 13.11.2020 Jussi Herlinin johtaman ohjausryhmän valmistelevaan toimenpideohjelmaa Suomelle tekoälyn käyttöönoton vauhdittamiseksi ja edistämään ns. neljättä teollista vallankumousta, jollaisena digitalisaatio tuotantoa ja palveluja mullistavana voimana nähdään. Ohjelma sai asettamisen yhteydessä nimekseen Tekoäly 4.0.

Ohjelma toteuttaa omalta osaltaan Covid-19 -kriisin jälkeisen vihreän ja digitaalisen toipumisen strategiaa. Se vastaa Suomen erityisiin digitalisaatiohaasteisiin, joita ovat digi-investointien verraten matala taso, pk-yritysten arvonnun uudistumisen hitaus ja viiveet strategisissa satsauksissa neljännen teollisen vallankumouksen edistämiseen Suomessa.

Raportti on ohjelman 1. väliraportti. Siinä kuvataan neljännen teollisen vallankumouksen ja siihen liittyvän edistyksellisen digitalisaation nykytilaa ja kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla analysoimalla yritysten digitalisaatiota koskevia kysely- ja tilastotietoja sekä erityisesti EU-komission digitalisaatiopolitiikan kehystä.

Raportissa tehdään lisäksi ehdotus kokonaisvaltaisesta tavoitetilasta, johon Suomessa tulisi pyrkiä neljättä teollista vallankumousta edistävän digitalisaation kehittämisessä ja hyödyntämisessä yritysten, tutkimus- ja koulutuslaitosten ja julkisten organisaatioiden yhteistyönä. OKR-menetelmällä esitetään tavoitetilaan johtavat kehittämistavoitteet, alustavat avaintulokset sekä suunnitelma niitä tarkentaviksi ja toimeenpaneviksi alatyöryhmiä.

Julkaisu on päivitetty 31.5.2021, sivu. 56.

Asiasanat yritykset, elinkeinot, tekoäly, valmistava teollisuus, digitalisaatio, teollisuus, vihreä siirtymä, kaksoiskäänte, neljäs teollinen vallankumous, industrie 4.0

ISBN PDF 978-952-327-643-7 **ISSN PDF** 1797-3562

Julkaisun osoite <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-643-7>

Artificiell intelligens 4.0

Första delrapporten: Från startperioden till verkställandet

Arbets- och näringsministeriets publikationer 2021:x		Tema	Företag
Utgivare	Arbets- och näringsministeriet		
Utarbetad av	AI 4.0. Styrgrupp		
Språk	finska	Sidantal	79

Referat

Näringsminister Mika Lintilä tillsatte den 13 november 2020 en styrgrupp som leds av Jussi Herlin för att bereda ett åtgärdsprogram som syftar till att påskynda ibruktagandet av artificiell intelligens i Finland och främja den s.k. fjärde industriella revolutionen, det vill säga utnyttjande av digitalisering för att revolutionera produktionen och tjänsterna. Åtgärdsprogrammet fick namnet Artificiell intelligens 4.0.

Programmet genomför för sin del strategin för en grön och digital återhämtning från covid-19-krisen. Målet med åtgärderna är att hantera de digitaliseringsutmaningar som är specifika för Finland. Till dessa hör den relativt låga nivån på digitala investeringar, den långsamma förnyelsen av små och medelstora företags värdeskapande och fördröjningarna i Finlands strategiska satsningar på att främja den fjärde industriella revolutionen.

I rapporten beskrivs den fjärde industriella revolutionen och det nuvarande tillståndet och framtidsutsikterna för den framstegsvänliga digitaliseringen i Finland och i världen genom att analysera statistik gällande digitaliseringen i affärsverksamhet hos företag och särskilt utvecklingen av EU-kommissionens digitaliseringspolitik.

I rapporten läggs också fram förslag till heltäckande strategiska mål, som Finland borde sträva till i utvecklandet av en digitalisering som driver den fjärde industriella revolutionen och för att dra nytta av samarbete mellan företag, forsknings- och utbildningsenheter samt offentliga organisationer. Med hjälp av OKR-metoden presenteras utvecklingsmål som leder till de strategiska målen, preliminära nyckelresultat samt en plan för underarbetsgrupper som har för uppgift att specificera och verkställa målen.

Publikation uppdaterades den 31 maj 2021, s. 56.

Nyckelord företag, näringsgrenar, artificiell intelligens, tillverkningsindustrin, digitalisering, industri, grön övergång, twin transition, fjärde industriella revolutionen, industrie 4.0

ISBN PDF 978-952-327-643-7 **ISSN PDF** 1797-3562

URN-adress <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-643-7>

Artificial Intelligence 4.0

First interim report: From start-up to implementation

Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 2021:x	Subject	Enterprises
Publisher	Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland	
Group Author	AI 4.0. Steering group	
Language	Finnish	Pages 79

Abstract

On 13 November 2020, Minister of Economic Affairs Mika Lintilä appointed a steering group led by Jussi Herlin to prepare an action plan for Finland to speed up the introduction of artificial intelligence and to promote the fourth industrial revolution. The action plan implements the strategy of green and digital recovery following the COVID-19 crisis and responds to Finland's specific challenges related to digitalisation, such as the relatively low level of digital investment, slow reform of value creation among SMEs and delays in strategic investments to promote the fourth industrial revolution in Finland.

The preparation and launch of the program have been guided by the view that the most significant effects of artificial intelligence will become visible when it is applied as part of a wider economic, technological and social change, the so-called fourth industrial revolution.

The report is the first interim report of the program. It describes the current state of the fourth industrial revolution and progress of advanced digitalisation in Finland. This is done by analysing surveys and statistics on digitalisation of companies, with a particular interest in the digitalisation policy framework of the European Commission.

In addition, the report makes a proposal for a comprehensive target state that should be pursued when accelerating digitalisation during the Fourth Industrial revolution in Finland. The development of digitalisation should be done in cooperation between companies, research and academia as well as training institutes and public organisations. The OKR-method is used to present the vision and objectives leading to the target state, the preliminary key results and a plan for the thematic working groups.

Publication was updated on 31st May 2021, page 56.

Keywords enterprises, means of livelihood, artificial intelligence, manufacturing industry, digitalisation, industry, businesses, green transition, twin transition, fourth industrial revolution, industrie 4.0

ISBN PDF	978-952-327-643-7	ISSN PDF	1797-3562
-----------------	-------------------	-----------------	-----------

URN address <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-643-7>

Sisältö

1	Tekoäly 4.0 -ohjelma: mistä on kyse?	7
1.1	Tehtävänä tekoälyn käyttöönoton vauhdittaminen	7
1.2	Työn pohjalla on Suomen Tekoälyaika -ohjelma	8
1.3	Ohjelman toimintamalli	10
2	Tekoäly ja neljäs teollinen vallankumous: tilannekuva	12
2.1	Tekoäly ja sitä tukevat teknologiat vihreässä siirtymässä	14
2.2	Liiketoiminnan digitalisaation tilannekuva Suomessa: missä yrityksissä mennään	17
2.2.1	Suomen digitaalisuusaste nyt	17
2.2.2	Digitalisaatiokehityksessä on merkittäviä eroja	19
2.2.3	Ensimmäisen ja toisen digidesiilin potentiaali	22
2.2.4	Datatalous ja datamarkkina	26
2.2.5	Digi-investoinnit ja tuottavuus	28
2.2.6	Osaaminen ja digitalisoituva toimintaympäristö	30
2.3	Poliittiset suuntaviivat digitalisaation edistämiseksi Suomessa	32
2.3.1	Katsaus EU:n politiikkaohjelmiin	32
	EU:n teollisuusohjelmat	32
	EU:n digitalisaatio- ja tekoälystrategiat	34
	Euroopan digitaalinen vuosikymmen	35
	Tekoälyn eettinen edistäminen EU:ssa	37
	EU:n teollisuus- ja digiohjelmien toimeenpano	38
2.3.2	Eurooppalaiset kansalliset teollisuusohjelmat ja tekoälystrategiat	39
2.4	Johtopäätökset tilannekuvasta ja rajapinnoista	42
3	Tavoitetila ja fokusalueet	44
3.1	Visio Suomesta 2030: Suomesta kestävä voittaja kaksoissiirtymässä	44
3.2	Pk-yritykset muutospolulla	45
3.2.1	Tuotanto Ab vuonna 2021 ja 2025	46
	Vuonna 2021 konepajaan kaivataan koneistajia ja digiosaajia	46
	Nuoret osaajat ja verkosto vievät konepajan kasvuun vuonna 2025	47
3.2.2	Oy Tuote Ab vuonna 2021 ja 2025	49
	Vuosi 2021: Mitä tehdä datalla ja tekoälyllä terveysteknologian pk-yrityksessä?	49
	Vuonna 2025 myyntiin potkua tekoälystä: kokeilualusta ja datan jakaminen kirittivät terveysteknologiayrityksen palveluliiketoimintaan	51
3.2.3	Oy Data-alusta vuonna 2021 ja 2025	52
	Vuonna 2021: Startup Oy Data-alusta Ab tuo toimialan pienet ja suuret yhteen	52
	Data-alusta valloittaa maailmaa vuonna 2025	54
3.3	Ohjelman tavoitteet (objectives) ja alustavat avaintulokset (key results)	56
4	Seuraavat askeleet	73
	Lähteet	75

1 Tekoäly 4.0 -ohjelma: mistä on kyse?

1.1 Tehtävänä tekoälyn käyttöönoton vauhdittaminen

Elinkeinoministeri Mika Lintilä asetti 13.11.2020 Jussi Herlinin johtaman ohjausryhmän valmistelemaan Suomelle toimenpideohjelmaa tekoälyn käyttöönoton vauhdittamiseksi ja edistämään ns. neljättä teollista vallankumousta, jollaisena digitalisaatio tuotantoa ja palveluja mullistavana voimana nähdään. Ohjelma sai asettamisen yhteydessä nimekseen Tekoäly 4.0.

Ohjelma toteuttaa omalta osaltaan Covid-19-kriisin jälkeisen vihreän ja digitaalisen toimimisen strategiaa. Se vastaa Suomen erityisiin digitalisaatiohaasteisiin, joita ovat digi-investointien verraten matala taso, pk-yritysten arvонуonnin uudistumisen hitaus ja viiveet strategisissa satsauksissa neljännen teollisen vallankumouksen edistämiseen Suomessa.

Toimenpideohjelman tavoitteena on lisätä tuottavuutta ja kestävyttä lisääviä digi-investointeja, monipuolistaa valmistavan teollisuuden ja palvelujen ekosysteemejä uudella arvонуonnilla ja kumppanuuksilla sekä vahvistaa Suomen asemaa Euroopan strategisen autonomian lisäämiseen tähtäävissä toimissa.

Tekoäly 4.0 -ohjelman ohjausryhmälle määriteltiin neljä tehtävää:

1. Muodostaa *tilannekuva* neljännen teollisen vallankumouksen ja siihen liittyvän edistyksellisen digitalisaation nykytilasta ja kehitysnäkymistä Suomessa ja maailmalla.
2. Tehdä eri toimialoille tehtyjä digitalisaatiostrategioita ja -tiekarttoja hyödyntäen *ehdotus kokonaisvaltaisesta tavoitetilasta*, johon Suomessa tulisi pyrkiä neljättä teollista vallankumousta edistävän digitalisaation kehittämisessä ja hyödyntämisessä yritysten, tutkimus- ja koulutuslaitosten ja julkisten organisaatioiden yhteistyönä.
3. Tehdä ehdotuksia *toimenpiteistä*, joita tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan tällä hallituskaudella. Erityistä huomiota tulee kiinnittää pk-yritysten arvonluonnin uusiutumiseen, kestävyystavoitteiden saavuttamista tukevien digi-investointien lisäämiseen ja eurooppalaiseen yhteistyöhön strategisten kyvykkyyksien vahvistamisessa.
4. Suunnitella *toteutusmalli*, jolla varmistetaan toimenpideohjelman tehokas toimeenpano, sekä ohjata toimeenpanoa.

Ohjelman ohjausryhmä on kuluneen talven ja alkukevään työskentelyn aikana määritellyt ohjelman painopistealueita ja toimenpiteitä tarkemmin. Ne esitellään tämän julkaisun luvussa 3.

Työn alkumetreiltä alkaen on ollut selvää, että Suomella on tekoälyn kentällä vielä paljon realisoimatonta potentiaalia. Matalat investointiasteet sekä hidas tuottavuuskehitys ja kehityskelpoinen pk-sektori yhdistettynä kunnianhimoisiin kestävä kehityksen tavoitteisiin ja mahdollistaviin perusrakenteisiin on lupaava, joskin haastava yhdistelmä kansainväliseen kärkeen nousemisen kannalta. Potentiaalin lunastaminen edellyttää Suomelta aiempaa tehokkaampaa strategista yhteistoimintaa, yksityisen ja julkisen sektorin kumppanuutta sekä eri organisaatioiden ja kansallisten, eurooppalaisten ja alueellisten voimavarojen synergistä hyödyntämistä halutun muutoksen aikaansaamiseksi.

1.2 Työn pohjalla on Suomen Tekoälyaika -ohjelma

Suomi oli ensimmäisten maiden joukossa käynnistämässä kansallisen tekoälystrategian laadintaa toukokuussa 2017. Suomen Tekoälyaika -ohjelma oli noin kolmen vuoden strateginen kiihdytysjakso, joka asetti Suomen tavoitteeksi olla yksi tekoälyn soveltamisen kärkimaita maailmassa. Strategian ensimmäinen tiekartta julkaistiin lokakuussa 2017, ja ohjelma raportoi tulokset maaliskuussa 2019. Nyt käsillä oleva Tekoäly 4.0 -ohjelma perustuu Tekoälyaika-ohjelman tuloksiin ja jatkaa osaltaan siitä, mihin aiemmassa ohjelmassa päästiin.

Tekoälyaika-ohjelmassa perimmäinen tavoite oli varmistaa hyvinvoiva Suomi myös ajassa, jossa tekoäly on laajasti käytössä. Ohjelmassa priorisoitiin kolme osa-aluetta ja tärkeintä haastetta, joiden avulla laadittiin askelmerkit siihen, että

- tekoälyn mahdollisuudet hyödynnetään **elinkeinoelämän** kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaamiseksi,
- **julkinen sektori** kykenee hyödyntämään tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet omassa toiminnassaan ja siten tuottamaan tehokkaasti laadukkaat julkiset palvelut,
- yhteiskuntarakenteet sopeutuvat tekoälyn tuomiin muutoksiin, ja Suomi kykenee jatkossakin tarjoamaan **toimivan yhteiskunnan ja hyvinvoinnin** kansalaisilleen.

Ohjelman loppuraportissa ”Edelläkävijänä tekoälyaikaan” nostettiin keskeisimmiksi seuraavat toimenpiteet:

1. Selkeytetään datan hyödyntämisen pelisääntöjä yritysten, yhteiskunnan ja käyttäjien näkökulmasta. Tuetaan datan hyödyntämistä lainsäädännön, sopimusten ja toimialojen itsesääntelyn keinoin.
2. Tuetaan merkittävien kokeilu ympäristöjen ja testbedien kehitystä ja kansainvälistä yhteistyötä. Liitetään toiminta osaksi Suomen Digital Innovation Hub -verkostoa.
3. Tunnistetaan erilaisten ekosysteemien ja B2B-markkinoiden liiketoiminnalliset mahdollisuudet ja kehitetään niihin datan hyödyntämisen ratkaisuja.
4. Jatketaan tekoälykiihdyttämötyyppistä toimintaa saatujen oppien pohjalta ja haetaan mahdollisuuksia toiminnan laajentamiseen. Varmistetaan kyky turvata suuret strategiset sijoitukset tekoälyyn ja TKI-investoinnit osaamiseen.
5. Luodaan kokemusten pohjalta laaja tarjonta verkkokursseja jo työelämässä mukana oleville ja siten aikuisväestön osaamisen täydentämiseen ja uusimiseen. Selvitetään mahdollisuus myöntää jokaiselle työikäiselle koulutusseteli tai koulutustili, joka synnyttäisi Suomeen toimivat aikuiskoulutusmarkkinat.
6. Varmistetaan ihmiskeskeinen tekoälyn käyttöönotto ja eettisten käytäntöjen toimeenpano julkisella sektorilla AuroraAI-hankkeen kautta. Kannustetaan yrityksiä ja julkisen sektorin toimijoita eettiseen itsesääntelyyn ja hyvien käytänteiden jakamiseen.
7. Nostetaan Suomen EU-puheenjohtajuuden yhdeksi keskeiseksi teemaksi digitaalitalous, jonka kulmakiviä ovat tekoäly, data ja alustatalous.

8. Seurataan Tekoälyohjelman tavoitteiden edistymistä. Seurantavastuu on yksityisen ja julkisen sektorin edustusta sisältävällä seurantaryhmällä tai laajemmalla elinkeinoelämän digitalisaatiota edistävällä yhteistyöfoorumilla.

Valtaosa Tekoälyaika-ohjelman suosituksista on edelleen relevantteja. Niitä on myös laajasti toimeenpantu eri organisaatioissa ja hallinnonaloilla sekä yksityisellä että julkisella sektorilla. Suositusten tarkennusta ja toimeenpanoa edistetään nyt Tekoäly 4.0 -ohjelmassa keskittyen teollisuuden toiminnan ja toimintaedellytysten kehittämiseen.

1.3 Ohjelman toimintamalli

Tekoäly 4.0 -ohjelman toimeenpanoa ohjaa ohjausryhmä, jossa on viranomaisten, erikokoisten ja eri sektoreilla toimivien yritysten sekä korkeakoulujen edustajia:

- Puheenjohtaja: Jussi Herlin, Kone Oyj
- Varapuheenjohtaja: osastopäällikkö Ilona Lundström, työ- ja elinkeinoministeriö
- Jäsenet: Cristina Andersson, Airawise Oy; Milja Köpsi, Mimmit koodaa; Minna Lanz, Tampereen yliopisto; Anni Ronkainen, Kesko Oyj; Teemu Roos, Helsingin yliopisto; Markku Räsänen, IQM Finland Oy; Samuli Savo, Stora Enso Oyj; Ville Miettinen, Varjo Oy; Eeva Raita, Futurice Oy ja Moaffak Ahmed, Kasvuryhmä
- Sihteeristö: Petri Räsänen, työ- ja elinkeinoministeriö; Toni Mattila, Business Finland; Riikka Virkkunen, VTT Oy.

Ohjausryhmän toimikausi alkoi 13.11.2020 ja jatkuu hallituskauden loppuun.

Ohjelmalla on kolme päävaihetta: valmistelu-, käynnistys- ja toimeenpanovaihe. Valmisteluvaiheessa syksystä 2019 marraskuuhun 2020 pääosassa olivat TEM-konsernin asiantuntijoista koostuneen valmistelevan sihteeristön virkamiesvalmistelu, teollisuuden kestävä digitalisaatiota hahmottelevan strategian koostaminen MDI Oy:n fasilitointiin ja etnografiseen haastattelututkimukseen perustuen sekä datapohjaisen arvonluonnin strategiset vaihtoehdot -nimisen tutkimus- ja selvityshankkeen¹ toteuttaminen.

1 Paavola, Heli – Seppänen, Marko – Eloranta, Ville 2021: Datapohjaisen arvonluonnin strategiset vaihtoehdot. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2021:3.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-667-3>

Ohjelman käynnistysvaihe (marraskuusta 2020 huhtikuuhun 2021) on koostunut ohjausryhmän työpajamuotoisesta työskentelystä, jossa on aiemman valmisteluaineiston pohjalta muodostettu jaettu tilannekuva ja laadittu visio sekä siihen johtavat kehittämistavoitteet ja avaintulokset.

Siirryttäessä toimeenpanovaiheeseen keväällä 2021 ohjausryhmän työn tueksi perustetaan viisi alatyöryhmää, jotka jatkavat ja konkretisoivat ohjausryhmän aloittamaa työtä. Temaattisten alatyöryhmien lisäksi ohjausryhmän työskentelyä tukee viestintätyöryhmä, jonka päätehtävä on lisätä ja konkretisoida yhteiskunnallista keskustelua yritysten digitaalisesta siirtymästä ja kestävästä digitalisaatiosta.

Alatyöryhmät:

1. Pk-yritysten digikyvykkyys ja innovaatioyhteistyö, puheenjohtaja Joonas Mikkilä, Suomen Yrittäjät
2. Vaikuttava EU-yhteistyö, puheenjohtaja Samuli Savo, Stora Enso Oyj
3. Teknologijaohjajuus, puheenjohtaja Teemu Roos, Helsingin yliopisto
4. Digitaalinen vihreä siirtymä, puheenjohtaja Cristina Andersson, Airawise Oy
5. Viestintä ja digisiirtymän tolkkulistaminen, puheenjohtaja Eeva Raita, Futurice Oy.

Ohjelmassa sovelletaan OKR-mallin² (Objectives and Key Results) mukaista tavoitejohtamisen viitekehystä: ohjelman johtamisjärjestelmä perustuu tavoitteisiin (objectives) ja avaintuloksiin (key results). Ohjelmalle asetettujen laadullisten tavoitteiden toteutumista edistävät määrälliset avaintulokset, jotka mittaavat tasapainoisesti sekä panostuksia että lopputulemia. Keinot ohjelman päätavoitteisiin pääsemiseksi sekä niiden saavuttamista palvelevat mittarit määritellään tarkemmin tämän raportin pohjalta temaattisesti erikoistuneissa alatyöryhmissä.

² Niven, Paul R. & Lamorte, Ben 2016: Objectives and Key Results: Driving Focus, Alignment, and Engagement with OKRs. John Wiley & Sons, Incorporated 6 September 2016.

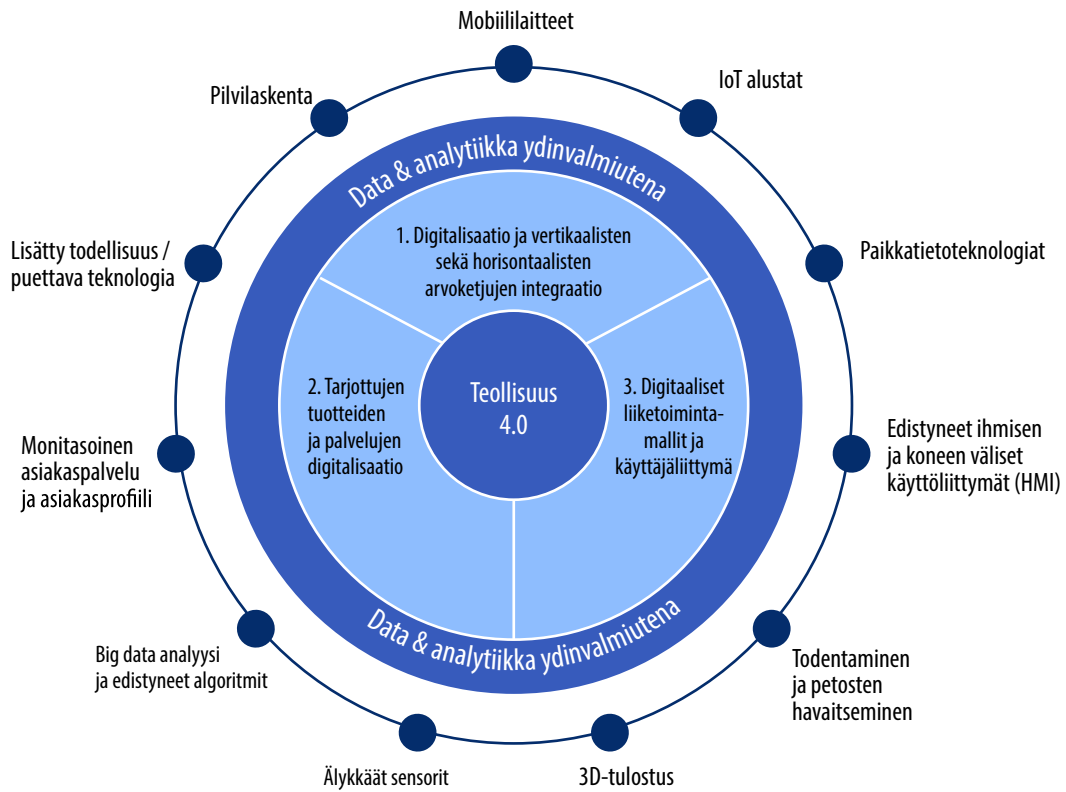
2 Tekoäly ja neljäs teollinen vallankumous: tilannekuva

Ohjelman valmistelua ja käynnistämistä on ohjannut näkemys siitä, että tekoälyn merkittävimmät liiketoimintaa edistävät vaikutukset tulevat näkyviin osana laajempaa taloudellista, teknologista ja yhteiskunnallista muutosta, ns. neljättä teollista vallankumousta.

Neljäs teollinen vallankumous uudistaa talouden rakenteita ja murtaa toimialojen välistä rajoja sekä niiden perinteistä työnjakoa ja luonnetta. Se synnyttää uudenlaisia liiketoimintaekosysteemejä, joissa saumattoman digitaalisuuden mahdollistama aineeton ja aineellinen arvonluonti yhdistyvät asiakaslähtöisiksi innovaatio-, tuotanto- ja palveluprosesseiksi. Neljäs teollinen vallankumous ulottuu valmistavan teollisuuden lisäksi myös muihin toimialoihin, kuten asiantuntijapalveluihin, ohjelmistokehitykseen, kauppaan ja logistiikkaan sekä yhteiskunnalliseen infrastruktuuriin ja energian tuotantoon.

Tekoäly on yksi neljännen teollisen vallankumouksen mahdollistavista teknologioista, joita ovat myös muun muassa huippunopeat langattomat tietoliikenneyhteydet (5G/6G), esineiden internet (IoT), ainetta lisäävä valmistus (3DP), lisätty ja virtuaalinen todellisuus (AR/VR) sekä suurteho- ja kvanttilaskenta (ks. kuvio 1). Kun nämä teknologiat yhdistetään datan hyödyntämiseen, ne mahdollistavat muun muassa reaaliaikaisesti ohjautuvat arvoketjut, uudet digitaaliset tuotteet ja palvelut sekä uudet asiakaskeskeiset liiketoimintamallit.

Kuvio 1. Digitaaliset teknologiat neljännen teollisen vallankumouksen mahdollistajana. Teollisuus 4.0 viitekehys ja sitä tukevat digitaaliset teknologiat



Teollisuus 4.0 viitekehys ja digitaalisten teknologioiden panostus (Global Industry 4.0, Survey, 2016)

Neljäs teollinen vallankumous on paitsi teknologinen ja taloudellinen, myös syvästi ja monipuolisesti yhteiskuntaa muuttava murros. Viime vuosina myös globaalien ympäristö- ja kestävyysaasteiden ratkaiseminen teknologian avulla on liitetty osaksi neljännen teollisen vallankumouksen sisältöä.³ Onkin ajankohtaista edistää kestävää digitalisaatiota neljännen teollisen vallankumouksen osana ja tarkastella tekoälyä osana kestävä digitalisaation kokonaisuutta.

³ World Economic Forum 2021: Fourth Industrial Revolution. <https://www.weforum.org/agenda/archive/fourth-industrial-revolution>

2.1 Tekoäly ja sitä tukevat teknologiat vihreässä siirtymässä

Suomen tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä. Lisäksi Suomi pyrkii maailman ensimmäiseksi fossiilivapaaksi hyvinvointiyhteiskunnaksi. Myös kuluttajat muuttavat kulutustottumuksiaan muodostaen kasvavaa kysyntää kestävyiden periaatteiden mukaisesti valmistetuille tuotteille. Ilmastolliset tavoitteet ovat siten teollisen tuottavuuden ja kansainvälisen kilpailukyvyn ohella merkittävä teollisuuden uudistumista ajavia tekijöitä.

Tekoäly ja digitalisaatio ovat puolestaan keskeisiä keinoja uudistaa teollisuutta näiden molempien ns. kaksoisiirtymän (*twin transition*) mukaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Niiden avulla suomalaiset yritykset eivät ainoastaan pysty pienentämään omaa hiilijalanjälkeä vaan ennen kaikkea ne pystyvät tuotteiden ja palveluidensa avulla auttamaan muita toimijoita saavuttamaan omat ympäristölliset tavoitteensa. Tämän tyyppisten ratkaisujen markkinat kasvavat kiihtyvällä tahdilla. Tällä markkinalla ajoissa mukana olemisessa on suuri mahdollisuus suomalaisille yrityksille.

Euroopan komission julkaisussa⁴ on tunnistettu keskeiset teknologiat kestävä digitaalisen murroksen muokkaajina (taulukko 1).

Tekoälyn ilmeiset hyödyt teollisuudessa kohdistuvat erityisesti ennakointiin, prosessien automatisointiin ja valvontaan, toimitusketjujen hallintaan sekä yleisesti tehokkuuden, joustavuuden ja turvallisuuden lisäämiseen ja kustannusten pienentämiseen. Tuotteita ja palveluja saadaan markkinoille ennakoitujen, nopeammin, halvemmin ja paremmalla laadulla. Lisäksi tekoäly mahdollistaa esimerkiksi globaalien markkinoiden ennakoitua, uusien liiketoimintamallien ja palvelujen kehittämistä sekä tuotekehityksen nopeuttamista.

Robotisaatio on myös keskeinen keino nostaa teollisen työn tuottavuutta ja parantaa laatua. Robottien käyttö yleistyy, kun teknologiat kypsyvät ja hinnat alenevat. Modulaariset, monikäyttöiset ratkaisut ovat yleistyneet, mikä tarkoittaa, että robottien kyky tehdä monia tehtäviä on parantunut. Tämä alentaa investointikynnystä pienemmissäkin yrityksissä. Liikkuvat robotit ja ihmisten kanssa työskentelevät robotit lisääntyvät.

4 Shaping the digital transformation in Europe, 2020

Taulukko 1. Euroopan talouden ja yhteiskunnan kannalta keskeiset teknologiat**UUSI DIGITAALINEN VALLANKUMOUS****Suuren vaikutuksen teknologiat, jotka muovaavat eurooppalaista taloutta ja yhteiskuntaa**

Teknologian ja infrastruktuurin mahdollistajat	Suuren vaikutuksen sovelletut teknologiat
TEKOÄLY	EDELITYKSELLINEN ROBOTIIKKA
Älykkäät koneet, jotka toimivat ja reagoivat ihmisten tavoin (ml. koneoppiminen, luonnollisen kielen käsittely, konenäkö, digitaaliset avustajat, tekoälyrobotiikka)	Entistä kehittyneemmät robotit, jotka pystyvät monimutkaisiin tehtäviin, joita ei aiemmin ole pystytty automatisoimaan
MASSADATA-ANALYYSIT	ITSEOHJAUTUVAT AJONEUVOT (CAV)
Suurten ja sisällöltään vaihtelevien tietojoukkojen käsittely piilossa olevien rakenteiden, tuntemattomien korrelaatioiden, markkinatrendien, asiakastarpeiden ja vastaavien tietojen löytämiseksi	Itseohjautuvat tai lähes itseohjautuvat ajoneuvot, myös UAV:t (dronet)
KVANTTI- JA SUURTEHOTIETOKONEET	ÄLYKAUPUNGIT
Supertietokoneet, joiden laskentateho riittää suurten ja monimutkaisten analyysitehtävien ratkaisemiseen, kvanttitekniikan käyttö laskentatehon parantamiseksi	Kaupungit, jotka käyttävät tietotekniikkaa tehokkuuden, elämänlaadun, talouden ja muiden suorituskykykymittarien parantamiseen
ESINEIDEN INTERNET IOT (MYÖS REUNALASKENTA)	MATERIAALIA LISÄÄVÄ VALMISTUS
Monikerrosteknologia, joka mahdollistaa verkkoon kytkettyjen laitteiden hallinnan ja automatisoinnin	Kolmiulotteisten kiinteiden esineiden valmistus digitaalisesta tiedostosta lisäämällä materiaalia kerroksittain
UUDEN SUKUPOLVEN INTERNET JA INFRASTRUKTUURI	VIRTUAALINEN JA LISÄTTY TODELLISUUS
Infrastruktuuri, joka mahdollistaa uuden sukupolven teknologian, kuten 5G ja sen jälkeiset tekniikat, digitaaliset kaksoiset tai nopeat WLAN-verkot	Ohjelmallisesti luodut keinotekoiset ympäristöt/teknologiat, jotka lisäävät tietokoneen luoman kuvan käyttäjän näkemään todelliseen maailmaan
PILVILASKENTA	DIGITAALISET ENERGIAINNOVAATIOIT JA KESTÄVÄ KEHITYS
Etätietokoneilla toimivat tilauspohjaisesti käytettävissä olevat tietokoneresurssit, jotka ovat yhteydessä käyttäjiin internetin kautta	Uudet digitaaliset tekniikat, jotka mahdollistavat innovatiiviset energiaratkaisut: varastoinnin, älykkäät sähköverkot, uusiutuvat energianlähteet
DIGITAALISET ALUSTAT	DIGITAALITEKNIIKAN MAHDOLLISTAMA BIOTEKNOLOGIA
Digitaaliset alustat, joiden pohjalta ulkopuoliset yritykset voivat kehittää omia toimintojaan tai omia tekniikoitaan	Erilaiset tekniikat, joiden avulla voidaan kehittää uusia käyttötapoja biologisille innovaatioille (esim. biohakkerointi, uuden sukupolven genomitutkimus)
HAJAUTETUN TILIKIRJAN TEKNOLOGIA	UUDENLAISET MATERIAALIT
Jäsenen yksilöivällä digitaalisella allekirjoituksella varustetut vertaisverkot: kaikki tapahtumat tallentuvat koko verkkoon, joten verkko saa ilmoituksen mahdollisesta tietomurrosta	Uudet, teholtaan aiempaa paremmat materiaalit (esim. grafeeni)

Nopeiden tietoliikenneverkkojen, pilvipalveluiden ja tekoälyn saumaton yhteistoiminta on keskeistä digitaalisessa murroksessa. 5G-teknologia kiihdyttää merkittävästi tiedonsiirtoa ja avaa mahdollisuuksia uusille digitaalisille tuotteille ja palveluille. Myös tulevaisuuden verkkoarkkitehtuurit ja 6G-järjestelmiin liittyvien konseptien kehittäminen ovat tärkeitä.

Kvanttitekniikka ja sen sovellukset tulevat mullistamaan perinteisiä teollisuudenaloja. Samalla ne luovat kokonaan uuden kvanttitekniikan teollisuudenalan. Kvanttilaskenta ja myös nykyisten supertietokoneiden kehittyminen mahdollistavat entistä kompleksisempien, systeemisten ongelmien mallintamisen ja ratkaisun. Erityisesti kvanttilaskennasta odotetaan tulevaisuudessa suurta tuottavuusloikkaa eri teollisuudenaloille. Kvanttilaskennan ensimmäisten sovelluskohteiden odotetaan olevan erilaisia optimointitehtäviä esimerkiksi finanssimarkkinoilla, teollisuuden prosesseissa sekä materiaalien kehityksessä.

Tulevaisuudessa voidaan odottaa kvanttietokoneen vaikuttavan myös tapaan, jolla tekoälyä käytetään. Lisäksi kvanttilaskenta ja muut teknologiat mullistavat myös tietoliikenteen ja tietoturvan: syntyy kvantti-internet, joka mahdollistaa entistä turvallisemman ja laskentateholtaan suuremman tietoverkon. Lisäksi kvanttitekniikalliset anturit mahdollistavat entistä tarkemmat mittaukset ja uudenlaiset mittaussovellukset, jotka tuottavat tietoa kvantti-internetin käsiteltäväksi. Kvanttietokoneita kehitetään parhaillaan kiivaasti, ja edistystä tarvitaan useilta tieteen ja teknologian aloilta, kuten suprajohteista ja kylmäfysiikasta, mikroelektronikasta ja fotonikasta.

Luotettavan digitaalisen infrastruktuurin tarve sekä lisääntyvät kyberhyökkäykset ja informaatiovaikuttaminen kasvattavat kyberturvallisuuden merkitystä. Myös tekoälyn ja tietoliikenteen laajamittainen hyödyntäminen teollisuudessa edellyttää jatkuvaa panostusta tietoturvaan. Tällä hetkellä kyberturvallisuus perustuu salausmenetelmiin, joista osa voidaan helposti murtaa kvanttietokoneilla. Ratkaisut löytyvät uusista kvanttiturvallisista salausmenetelmistä sekä niihin liittyvistä standardeista ja turvallisuuden arviointimenetelmistä. Niillä kyberturvallisuus voidaan taata pitkälle tulevaisuuteen. Kvanttitekniikat voivat tulevaisuudessa mahdollistaa nykyisten internetissä käytettyjen salausmenetelmien murtamisen. Kvanttitekniikat myös mahdollistavat uusien salausmenetelmien kehittämisen esimerkiksi käyttäen QKD-menetelmiä, jolloin tieto pystyttäisiin pitämään salassa myös kvanttietokoneita käyttävien salausmenetelmien yleistyessä.

2.2 Liiketoiminnan digitalisaation tilannekuva Suomessa: missä yrityksissä mennään

2.2.1 Suomen digitaalisuusaste nyt

Suomi on yksi EU:n digitalisaatiokehityksen edelläkävijöistä ja pitkäaikaisista johtajista. Viimeisenä kahtena vuotena Suomi on sijoittunut ensimmäiselle sijalle EU:n digitalisaatiomittari DESI:ssä (Digital Economy and Society Index⁵), jolla mitataan laaja-alaisesti digitalisaation etenemistä yhteiskunnassa. Suomen erityisinä vahvuuksina tulevat DESI-vertailussa esiin väestön osaaminen, digitaalinen infrastruktuuri (kiinteän laajakaistan saatavuutta lukuun ottamatta) sekä digitaaliset julkiset palvelut.

DESI-mittaristo seuraa myös yritysten käyttöön ottamia digitaalisia teknologioita ja välineitä⁶. DESI2020-vertailussa Suomi on EU-maiden kakkonen heti Irlannin jälkeen digitalisaation integroimisessa yritysten liiketoimintaan. Suomalaiset yritykset sijoittuvat korkealle kaikilla vertailun osa-alueilla ja johtavat muita EU-verrokkeja erityisesti pilvipalveluiden käytössä. Tekoälyn käyttö on suomalaisissa yrityksissä Euroopan kolmanneksi yleisintä. Suomalaisista yli 10 henkilöä työllistävästä yrityksistä 12 % ilmoitti vuonna 2020 käyttävänsä jotain tekoälysovellusta, kun EU-maiden keskiarvo on 7 %⁷. Digitaalisten työkalujen käyttö näyttää etenevän Suomessa jatkossakin vahvasti, sillä myös pk-yritysten ajankohtaisissa suunnitelmissa perustason digitaalisuuteen liittyvät investoinnit ovat yleisimpiä.⁸

Digibarometri⁹ on ETLA:n toteuttama digitalisaatiokehitystä vertaileva tutkimus, jossa Suomen digitalisaation kokonaiskehitystä vertaillaan 22 pieneen ja korkean tulotason maahan, Suomen lähinaapuriin sekä merkittävään suureen maahan EU:ssa ja muualla. Myös digibarometrin vertailussa Suomi sijoittuu kärkijoukkoon ja oli vuoden 2020 vertailussa toisella sijalla. Suomen vahvuudet ovat tässäkin vertailussa kansalaisten ja julkisen

5 Euroopan komissio 2021: Digital Economy and Society Index. <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations>

6 Digitaalisen teknologian integrointi-osioon sisältyvät yritysten sosiaalisen median käyttö, verkkokauppa, sähköisten toiminnanohjausjärjestelmien (ERP) ja asiakkuuksien hallintajärjestelmien (CRM) käyttö, pilvipalvelujen käyttö sekä big datan hyödyntäminen

7 Eurostat News. Artificial intelligence in EU enterprises. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210413-1>. Viitattu 13.04.2021.

8 Kivikoski, Jouni – Kauppinen, Tatu 2021: Pk-yritysten opit digitalisaatiosta 2020: Miten digitalisointi on auttanut pk-yrityksiä menestymään? Priot Konsultointi Oy https://www.yrittajat.fi/sites/default/files/tutkimus_pk_yritysten_digitalisaatiosta_2020.pdf

9 Mattila, Juri et al. 2020: Digibarometri 2020: Kyberturvan tilannekuva Suomessa. Etlatieto 2020. Ladattavissa: <https://www.etla.fi/julkaisut/digibarometri-2020-kyberturvan-tilannekuva-suomessa/>

sektorin alueella, joissa sijoitus on myös parantunut. Yrityssektorin mittareissa kokonais-sijoitus on kuitenkin vasta seitsemäs. Merkillepantavaa yritysten osalta on sijoituksen las-keminen kolmella sijalla ja erityisesti digitaalisten edellytysten heikkeneminen peräti kuudella sijalla.

Elinkeinoelämän keskusliiton yritys-kyselyssä¹⁰ tarkasteltiin digitalisaation haasteita ja eri-tysesti siitä syntyviä osaamistarpeita. Kyselyn mukaan 90 % yrityksistä näkee digitalisaa-tion vaikuttavan liiketoimintaan, mutta vain 9 % yrityksistä kokee olevansa asiassa suun-nannäyttäjiä. Edelläkävijyyteen liittyvää osaamista tarvitaan yrityksissä erityisesti viestin-ässä, TKI-toiminnassa sekä myynnissä ja markkinoinnissa. Suunnannäyttäjien osuus on kahdessa vuodessa (2017–2019) hieman kasvanut.

COVID-19-pandemia on vauhdittanut digitalisaation etenemistä, kun erityisesti etätyö, videoneuvottelut ja verkkokauppa ovat yleistyneet ja niiden tarvitsemia tietoliikenne-yhteyksiä on parannettu¹¹. Digitaalisten työvälineiden käytön arkipäiväistyminen ja infra-struktuurin vahvistuminen madaltanee jatkossa kynnystä myös edistyksellisemmän digita-lisaation käyttöönottoon. Pandemian seurauksena yrityksissä on kiinnitetty entistä enem-män huomiota toiminnan muutosjoustavuuteen ja kriisinkestävyyteen, mikä lisännee investointeja prosessien digitalisaatioon ja tietoturvan parantamiseen¹². Kannusteita lisää-vät myös toipumispaketteihin, kuten Suomen kestävän kasvun suunnitelmaan¹³, liittyvät merkittävät panostukset digitalisaatioon.

Toistaiseksi ei kuitenkaan ole selvää näyttöä siitä, kuinka syvällisesti ja pysyvästi pandemia heijastuu yritysten tapaan ja kykyyn käyttää digitaalisuutta innovatiivisesti liiketoiminnan ja arvonluonnin uudistamisessa.

10 Tuuliainen, Mika – Heikinheimo, Riikka 2019: EK:n yritys-kyselyn tulokset digitalouden osaamistarpeista 2019. https://ek.fi/wp-content/uploads/Digikysely_infografiikka_2019_final.pdf

11 Erkkilä, Merita – Mäntyniemi, Maaria 2020: Digiloikasta vauhtia uuteen kasvuun ja hyvinvointiin : Digitaaliset keinot koronaviruskriisin jälkihoidossa -työryhmän loppuraportti. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-590-3>

12 Esimerkiksi USA:n teollisuudessa 49 % hankintajohdon edustajista ilmoittaa kasvattavansa kriisin seurauksena merkittävästi investointeja digitaalisuuteen (Preview of the 2021 MHI Annual Industry Report – Innovation Driven Resilience)

13 Valtioneuvosto 2021: Suomen kestävän kasvun ohjelma: Alustava elpymis- ja palautumissuunnitelma. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-583-2>

2.2.2 Digitalisaatiokehityksessä on merkittäviä eroja

Yrityskenttä on jakautunut suhteessa digitalisaatioon. Pk-yritysten edistyminen digitaalisten teknologioiden ja toimintamallien käytössä on merkittävästi hitaampaa kuin suurten yritysten.¹⁴ Erityisesti datan analysoinnissa, IoT:n käytössä ja tietotekniikan ammattilaisten hyödyntämisessä isot yritykset ovat pieniä huomattavasti pidemmällä. Toisaalta myös pk-yritysten välillä erot ovat suuria. Digitaalisilla sektoreilla toimivat startupit ovat tyypillisiä digitalisaation edelläkävijöitä, kun taas perinteisten sektoreiden vientiyrityksiin ja -markkinoihin kytkeytyneet pk-yritykset digitalisoituvat hieman näitä hitaammin. Jälkijunassa ovat tyypillisesti alhaisen tuottavuuden sektoreiden kotimarkkinayritykset.

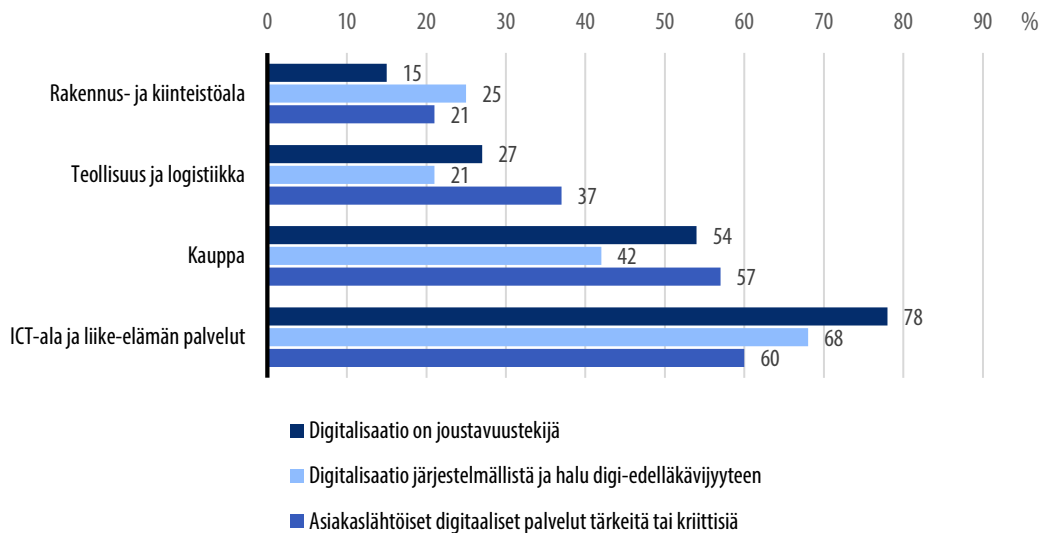
Digitalisaatiokehityksessä on merkittäviä eroja myös toimialojen välillä. Eniten digitaalisuuteen panostavat ja sitä hyödyntävät ICT-ala ja liike-elämän palveluyritykset, joita kauppan ala seuraa lähituntumassa¹⁵. Teollisuuden ja logistiikan sekä rakentamisen toimialoilla yritysten panostukset digitaalisuuteen ovat merkittävästi harvinaisempia. Toisaalta eurooppalaisessa vertailussa kappalevarateollisuus on edistyneiden teknologioiden käyttöönnotossa muita sektoreita edellä. Toimialat eroavat myös kasvuhakuisuuden suhteen. Kun voimakkaasti kasvuhakuisia yrityksiä on pk-yrityksistä tuoreen kyselyn mukaan keskimäärin 8 %, teollisuudessa niitä on jopa 15 %.¹⁶

14 Tilastokeskus 2021: tietotekniikan käyttö yrityksissä 2020. https://ek.fi/wp-content/uploads/Digikysely_infografiikka_2019_final.pdf; Esimerkiksi resurssiensuunnitteluohjelmisto (ERP) on käytössä 78 %:ssa suuryrityksistä, kun taas pk-yrityksissä vastaava luku on 33 %. Vastaavasti asiakkuudenhallintajärjestelmä (CRM) on käytössä 62 %:ssa suuryrityksistä, kun taas pk-yrityksissä luku on 32 %. Lisäksi pk-yritykset hyödyntävät sähköisen kaupankäynnin mahdollisuudet rajoitetusti: vain 18 % myy verkossa (vrt. 39 % suuryrityksistä) ja vain 8 % myy kansainvälisesti. Eroja on myös pilvipalvelujen ja massadata-analytiikan (big data) käytössä: 38,5 % suuryrityksistä luottaa kehittyneisiin pilvipalveluihin ja 32,7 % käyttää massadata-analytiikkaa (big data), kun taas suurin osa pk-yrityksistä ilmoitti, että ne eivät vielä käytä näitä teknologioita. Vain 17 % pk-yrityksistä käyttää pilvipalveluja ja vain 12 % massadata-analytiikkaa.

15 Digitalisaation merkitys liiketoiminnalle tiedostetaan Suomessa esimerkiksi palvelualojen yrityksissä paljon vahvemmin kuin teollisuuden yrityksissä: palvelualojen yrityksistä 41 % pitää digitalisaatiota keskeisen tärkeänä yrityksen toiminnan kannalta, kun taas teollisuuden yrityksistä tätä mieltä on 25,4 %. Suomen Yrittäjät Ry:n ja Elisa Oyj:n vuonna 2019 julkaisema kyselytutkimus paljastaa, että digitaaliset taidot ovat haasteellinen asia monille suomalaisille pk-yrityksille. Vaikka joka toinen pk-yritysten johtaja on tehnyt kolme tai useampia digitalisaatioprojekteja viimeisen kahden vuoden aikana, suurin osa näistä liittyi vahvasti markkinoinnin ja myynnin digitalisointiin. Seuraavaksi suurin painopiste on toimistotyössä käytettyjen järjestelmien digitalisointipanostukset. Vain hieman yli kolmannes piti itseään erittäin osaavana digitaalisten resurssien käyttäjänä. Suurimmat haasteet ovat ajanpuute ja vaikeudet löytää sopivia tapoja kehittää digitaalisia taitoja.

16 Suomen Yrittäjät 2021: Pk-yritysbarometri 1/2021. <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/tutkimukset/pk-yritysbarometrit/pk-yritysbarometri-12021-642333>

Kuvio 2. Toimialojen välisiä eroja kevään 2021 digikyselyssä (Priot Oy, Elisa ja Suomen Yrittäjät), % yritys vastaajista.



Digitalisaatio on yrityksille merkittävä kasvun mahdollistaja ja edellytys. Yritysten digitaalinen kyvykkyys yhdistyy usein muihin kasvu mahdollistaviin kyvykkyyksiin, kuten innovaatioyhteistyö- ja verkosto-osaamiseen¹⁷. Kasvu tavoittelevat yritykset investoivat digitaalisuuteen ja pitävät sitä tärkeänä: mitä digitaalisesti kyvykkäämpi yritys on, sitä todennäköisemmin se kasvaa.

Innovaatioyhteistyön tilaa seurataan muun muassa pk-barometrissa, jonka mukaan tällä hetkellä suomalaisista pk-yrityksistä

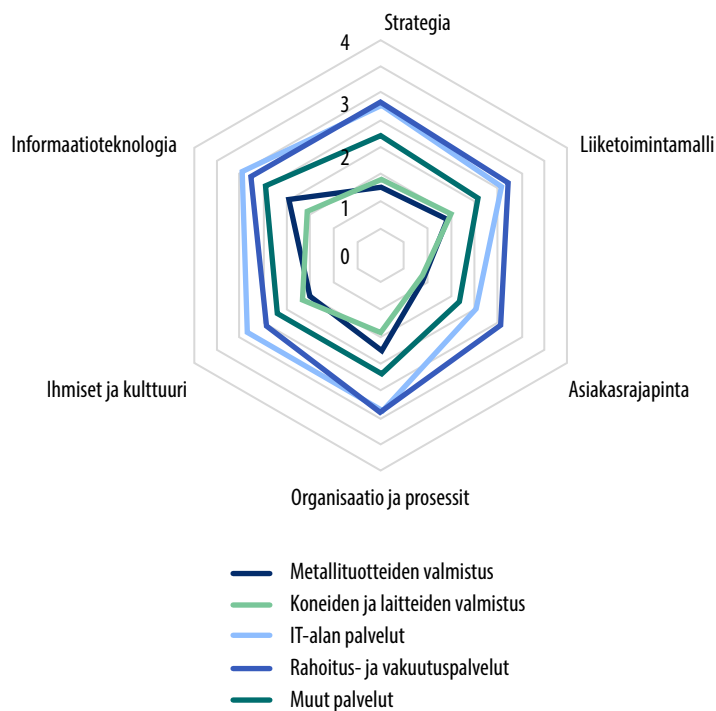
- 84 % ei tee yhteistyötä tutkimuslaitosten tai korkeakoulujen kanssa
- 11 % tekee yhteistyötä ammattikorkeakoulujen kanssa
- 7 % tekee yhteistyötä yliopistojen kanssa
- 4 % tekee yhteistyötä tutkimuslaitosten kanssa.

Yritysten digitalisaatiotilanteen arvioinnissa huomio kiinnittyy helposti pistemäisesti yksittäisten teknologioiden leviämiseen ja käyttöönottoon. Tämä johtuu suurelta osin käytettävissä olevista tietolähteistä. Tämä ei kuitenkaan ole liiketoiminnan digitalisaatiota koskevan suunnittelun näkökulmasta tyydyttävä tilanne, sillä yritystasolla tehtävät

¹⁷ Larja, Liisa – Räisänen, Heikki 2019: Yritysten digitalisaatio ja kasvu: Pk-yritysbarometrin näkökulmia. TEM-analyyseja 93/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-448-8>

teknologiaavalinnat ja investointipäätökset ovat aina kontekstisidonnaisia, ja seurannan kohteena tulisi olla enemmän yritys kuin teknologia. Tarvitaan menetelmiä, joilla voidaan seurata yritysten kokonaisvaltaista digikyvykkyyden kehittymistä huomioiden teknologian kehittämisen ja omaksumisen lisäksi osaaminen, arvonluonti sekä johtaminen ja organisaation toiminta.

Kuvio 3. Teollisuuden digikypsyys ja sen ulottuvuudet eri toimialoilla VTT:n Digikypsyystyökaluun mallinnettuna



Yksi tällaisista lähestymistavoista on VTT:n kehittämä digikypsyysverkkotyökalu¹⁸. Työkalun avulla voidaan tarkastella kokonaisvaltaisesti organisaation toimintaa mukaan lukien strategia, liiketoimintamallit, asiakasrajapinta, organisaatio ja prosessit, ihmiset ja kulttuuri sekä informaatioteknologia. Vastaavasti on kehitetty myös tekoälyn kypsyystyökalu¹⁹.

¹⁸ Työkalujen avulla yritykset voivat seurata digitaalisen ja tekoälyn kyvykkyyden kehittymistä sekä verrata toimintaansa muihin yrityksiin. Tulosten perusteella voi suunnitella organisaatiolle sopivaa tavoitetasoa sekä kohdentaa toimenpiteitä tavoitetason saavuttamiseksi. Kokonaisvaltaisten seurantatyökalujen käyttö ei ole toistaiseksi laajaa, mutta tilannekuvan kehittämiseksi niiden käytön systematisointi olisi perusteltua. <https://digimaturity.vtt.fi/>

¹⁹ VTT 2021: Digi Maturity: Digikypsyystyökalu. <https://digimaturity.vtt.fi/>

Digikypsyystyökalua on käytetty pilottiluontoisesti pienessä määrässä suomalaisia yrityksiä. Tulosten mukaan palveluyritysten kokonaisvaltainen digikypsyys on korkeammalla tasolla kuin muilla sektoreilla. Valmistavassa teollisuudessa digikypsyys näyttäisi olevan selvästi palvelusektoria alemmalla tasolla.

2.2.3 Ensimmäisen ja toisen digidesiilin potentiaali

Suomalaisissa digitalisaation seurantatutkimuksissa toistuu usein havainto, jossa noin 10 % yrityksistä erottuu – selvityksen kysymyksen asettelusta riippuen – digitalisaation edelläkävijöiksi, uudistumisen kärkijoukoksi, innovaatioyhteistyötä tekeviksi tai parhaiten teknologioita hyödyntäviksi organisaatioiksi. Täysin varmaa ei ole, onko tämä kärkijoukko täsmälleen sama tutkimuksesta toiseen. Jos kuitenkin oletetaan, että näin suurelta osin on, tästä joukosta yrityksiä voidaan käyttää yksinkertaistaen nimitystä **ensimmäinen digidesiili**. Voidaan perustellusti arvioida, että suomalaisen liiketoiminnan digitalisaation edistymisessä tämä etujoukko on näytellyt ratkaisevaa roolia tekemällä suuria investointeja, panostamalla TKI-toimintaan ja uudistamalla tuotteita, palveluja ja arvoverkkojen toimintamalleja sekä hakeutumalla yhteistyöhön muiden yritysten ja tutkimustoimijoiden kanssa. Tässä ensimmäisessä digidesiilissä ovat vahvasti edustettuina suuret yritykset, erityisesti globaaleilla markkinoilla toimivat vienti- ja teknologiayritykset.

Tekoäly 4.0 -ohjelman valmistelua on ohjannut kysymys siitä, voitaisiinko tätä edelläkävijöiden joukkoa, nykyistä ensimmäistä digidesiiliä, laajentaa ja siten tuoda uusia voimavaroja digitalisaation edistymiseen ja tuottavuuskehitykseen. Toisaalta on pohdittu, miten erityisesti pk-yritysten osallisuutta digitaaliseen edelläkävijyyteen voitaisiin vahvistaa. Voitaanko ensimmäisen digidesiilin lisäksi tunnistaa **toinen digidesiili**, jossa piilee sellaista uutta digitalisaation tuottavuuspotentiaalia, jota tähänastinen digipolitiikka ei ole riittävästi tavoittanut?

Tähän kysymykseen vastaamiseksi ohjelman valmisteluvaiheessa analysoitiin tarkemmin hypoteettisia ensimmäisen ja toisen digidesiilin yrityksiä, tunnistettiin niiden erityisominaisuuksia, erityistarpeita ja tunnuspiirteitä sekä pohdittiin mahdollisia politiikkatyökaluja

toisen digidesiilin kehittämiseen kohti edelläkävijyyttä²⁰. Taulukossa 2 on tiivistetty haastattelujen pohjalta tehtyjä havaintoja koskien ensimmäisen ja toisen desiilin yrityksiä teollisilla toimialoilla.

Taulukko 2. Keskeisimpiä havaintoja ensimmäisen ja toisen desiilin teollisten yritysten ominaispiirteistä suhteessa digitalisaatioon ja siihen liittyviin haasteisiin.

	Ensimmäinen desiili	Toinen desiili
Maantieteellinen fokus	Kansainvälinen	Paikallinen
Digitalisaation strategia	Uusi liiketoiminta ja hajautettu prosessiorganisaatio	Kustannussäästö, prosessien automaatio
Digitalisaation painopiste	Prosessit, hallinta, kulttuuri, asiakasrajapinta, muutos	Tuotanto ja teknologia
Osaamistarpeet	Koko henkilöstön jatkuva koulutus	Pula henkilöstöstä
Tulevat koulutustarpeet	Laaja-alainen ymmärrys digitalisaatiosta, jossa yhdistyy liiketoiminta, teknologiat ja palvelumuotoilu, myös erityiset teknologiset taidot	Ymmärryksen lisääminen siitä, mitä digitalisaatiolla voi tehdä (teknologiat)
Alustatalous	Tuovat esille nousevana mahdollisuutena	Useimmat eivät tunnista
Verkostot	Laajoja ja kansainvälisiä	Paikallisia ja kansallisia toimitusketjuja
Kestävä kehitys ja digitalisaatio	Mahdollinen Suomen kilpailuvaltti. Pitää nostaa osaksi brändiä	Tuotannossa kiertotalous hyvin huomioitu
Toiveet AI 4.0.-ohjelmalle	Koulutus, kansallinen strategia vientiin, laaja yhteistyö (esim. Ruotsi ja EU), regulaatioon vaikuttaminen	Koulutus, valmistavan teollisuuden imago

²⁰ Valmisteluvaiheessa haastateltiin viittä oletettua ensimmäisen desiilin yritystä, neljää oletettua toisen desiilin yritystä ja kolmea valmistavan teollisuuden kentällä toimivan välittäjäorganisaatio-yrityksen (broker) edustajaa. Yritykset edustivat niin isoja kansainvälisesti menestyneitä kuin pieniä, niin ikään kansainvälisillä markkinoilla toimivia yrityksiä. Haastateltavat yritykset oli valittu siten, että mukana oli erilaisia teollisia toimialoja: konepaja-, terveys-, metalli- ja metsäteollisuus sekä viihde-elektroniikka. Tavoitteena oli tunnistaa ensimmäisen ja toisen desiilin yritystyyppjä ja niiden laadullisia tunnuspiirteitä.

Eri desiiien yritysten välillä voidaan havaita selkeitä eroja digitalisaation hahmottamisen ja hyödyntämisen suhteen. Isommat yritykset toimivat globaalisti ja olivat pitkällä prosessien digitalisaatiossa. Yksittäisten teknologioiden tai ratkaisujen sijaan ne puhuvat digitalisaation mahdollistamista muutoksista yrityksen hallinnossa, kulttuurissa ja organisoitumisessa. Lisäksi isot kansainväliset yritykset rekrytoivat osaamista maailmanlaajuisesti ja pitävät tärkeänä, että koko organisaatio pysyy Teollisuus 4.0 -muutoksessa mukana jatkuvan oppimisen avulla. Kestävä digitalisaatio vaatii jatkuvaa uuden oppimista, ja yrityksissä korostuu laaja-alainen näkemys tarvittavista taidoista, joissa teknologiset kyvykkyydet liittyvät muihin liiketoiminnan kannalta relevantteihin osaamiskokonaisuuksiin. Kestävän kehityksen suhteen haastatellut isommat yritykset ovat Suomen kärkijoukkoa, ja ne ovat jo monella tapaa ”vihertäneet” liiketoimintaansa sekä ottaneet kestävyuden osaksi brändejään ja markkinointiaan. Ensimmäinen desiili on ottanut myös ensimmäisiä askelia kohti alustataloutta, ja osa yrityksistä on mukana alan konsortioissa luomassa uusia käytäntöjä muun muassa yritysten väliseen datan jakamiseen.

Toisen desiilin yritykset poikkesivat kooltaan ja toiminnaltaan huomattavasti ensimmäisestä desiilistä. Niiden toiminta on selvästi ensimmäistä desiiliä paikallisempaa, vaikka useimmilla verkostot ja asiakkuudet ovatkin kansainvälisiä. Toisen desiilin teollinen yritys toimii usein ensimmäisen desiilin alihankkijana. Näiden yritysten liiketoiminnan fokus on vahvasti valmistuksessa, ja siten ne ovat voimakkaasti investoineet tuotantolinjojensa teknologiaan, automaatioon ja digitalisaatioon. Tuotannossa myös kiertotalousajattelu on vahvaa, ja materiaalihukkaa pyritään välttämään. Toinen desiili hahmottaa digitalisaation ensisijaisesti erilaisten (tuotantoon liittyvien) teknologioiden kautta. Asiakasrajapinnassa digitalisaatio ei sen sijaan ole yleensä edennyt kovinkaan pitkälle. Eri puolilla Suomea sijaitsevilla pienemmissä yrityksissä digitaalisen työvoiman saanti näyttyy haasteena. Yritykset toivovat, että osaajia ja nykyistä työvoimaa täsmäkoulutettaisiin työn ohella Teollisuus 4.0:n vaatimiin taitoihin.

Haastattelujen perusteella lähinnä suurimmilla yrityksillä näyttäisi olevan erillinen digitalisaatiostrategia. Useimmat yritykset näkevät digitalisaation osana liiketoiminnan kehitystä, mikä onkin loogista siinä mielessä, että digitalisaatio on liiketoiminnan apuri, ei itse päämäärä. Strategian puute voi kuitenkin johtaa TKI-toiminnan ja investointien lyhytjänteisyyteen ja pirstaleisuuteen.

Yrityksille suurin pullonkaula digitaalisten ratkaisujen edistämiseksi on henkilöstön osaamisessa. Sekä isot että pienet yritykset korostivat digitalisaatioon liittyvän koulutuksen tärkeyttä. Alalla oli ainakin ennen koronakriisiä pulaa kaikkien koulutustasojen digiosaajista, joilla osaaminen yhdistyy valmistavan teollisuuden keskeisiin alueisiin. Työvoimaa tarvittaisiin niin teknisiin erikoistehtäviin kuin liiketoiminnan kehittämiseen. Erityisesti pääkaupunkiseudun ulkopuolella toimivat yritykset toivoivat uudenlaisia koulutusratkaisuja, joilla voitaisiin helpottaa osaajapulaa. Yritykset korostivat sitä, että digitaalisten tulisi täydentää

työtehtävä- ja toimialakohtaista osaamista. Pelkkä digiosaaminen sinänsä ei riitä, vaan se tulisi kyetä integroimaan muihin prosesseihin. Kaiken kaikkiaan haastatellut yritykset nostivat osaamisen ensisijaiseksi tekijäksi kestävä digitalisaation edistämiseksi. Muutos lähtee aina ihmisistä, ja valmistavassa teollisuudessa tarvitaan uutta osaamista digimuutoksen läpivientiin.

”Kaikki, mikä on voitu digitalisoida, on jo digitalisoitu”, kuvaa toisen desiilin näkemystään omasta toiminnastaan ja digitalisaation mahdollisuuksista siihen liittyen. Suuremmat yritykset sen sijaan näkivät paljon potentiaalia digitalisaation laajemmasta hyödyntämisestä tulevaisuudessa.

VTT:n tuore pk-kysely²¹ tarkentaa kuvaa toisen digidesiilin teollisten yritysten kehittämistarpeista ja -mahdollisuuksista. Kyselyssä edistykselliset suomalaiset pienyritykset arvioivat tilannettaan vuonna 2030.

Vastauksissa korostuu yritysysteistyön merkitys tulevaisuuden liiketoiminnassa. Lähes 90 % vastaajista näkee tulevaisuutensa osana asiakaskesteistä verkostoa, jossa hyödynnetään laajasti digitalisaatiota (taulukko 3). Tämän mukaisesti lähes yhtä suuri joukko yrityksiä tulee kuluvalle vuosikymmenellä myös merkittävästi investoimaan digiteknologioihin ja -järjestelmiin. Ilahduttavaa on, että myös edistyksellisissä suomalaissa pk-yrityksissä vihreä siirtymä nähdään mahdollisuutena. 70 % vastanneista näki, että kestävä kehitys ja vastuullisuus tulevat tarjoamaan yrityksille runsaasti uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Lisäksi 80 % vastaajista kertoi yrityksensä merkittävästi pienentävän omaa hiilijalanjälkeään kuluvalle vuosikymmenellä.

Kyselyssä näkyi toisaalta myös haaste: vaikka niin digitalisaatiossa kuin vihreässä siirtymässä nähdään kyllä mahdollisuuksia, kysyttäessä liitännäisistä investoinneista luvut eivät ole kovin korkeita.

21 Kyselyssä vastaajia kehoitettiin miettimään yrityksen tilannetta vuonna 2030 ja arvioimaan väittämien paikkansapitävyyttä omalla kohdallaan. Väittämät käsittelivät digitaalista transformaatiota, vihreää transformaatiota ja yritysysteistyötä. Lähde: VTT 2021: Pk-yritykset haluttomia investoimaan uuteen teknologiaan – vetoapua on tarjolla. 9.2.2021. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/pk-yritykset-haluttomia-investoimaan-uuteen-teknologiaan-vetoapua-tarjolla>

Taulukko 3. VTT:n kysely 200:lle pk-yritykselle 2020: Pk- ja midcap-yritysten näkemys tilanteestaan vuonna 2030. Osuus yrityksistä, jotka olettavat väittämän pätevän (N=156)

Yritysten tilanne 2030	%
Yritysyhteistyö mahdollistaa digitalisaation hyödyntämisen.	88
Toimitaan osana laajaa verkostoa, joka reagoi nopeasti asiakkaan yksilöllisiin toiveisiin.	88
Digitalisaatioon on tehty merkittäviä investointeja.	83
Hiilijalanjälkeä on pienennetty määrätietoisesti.	81
Kestävä kehitys ja vastuullisuus tarjoavat runsaasti liiketoimintamahdollisuuksia.	70
Kiertotalous on olennainen osa liiketoimintaa.	52
Tekoälyteknologioita hyödynnetään laaja-alaisesti.	49

2.2.4 Datatalous ja datamarkkina

Datatalous on liiketoiminnan osa-alue, jossa toimijoiden liiketoimintamalli perustuu datan hyödyntämiseen. Tiedolla tuotetaan liiketoiminnallista arvoa keräämällä raakadataa eri lähteistä sekä yhdistelemällä, analysoimalla ja hyödyntämällä saatua tulosta eri liiketoiminnan osa-alueilla. Teollisuudessa datan hyödyntämisessä otetaan vasta ensi askelia, mutta datan laajemmassa hyödyntämisessä piilee teollisuudelle merkittävä kasvupotentiaali.

Yrityksen sisäisen toiminnan lisäksi tiedolla pystytään luomaan hyötyjä myös laajamittaisemmin yritystä ympäröivässä kumppaniverkostoissa. Tällöin voidaan jo puhua datataloudesta, koska osapuolten on sovittava tiedon jakamisen tai vaihtamisen periaatteista. Esimerkkinä teollisesta datataloudesta voidaan mainita yrityksen alihankintaverkosto, jossa tilaus-toimitusketjuja hallitaan reaaliaikaisesti monensuuntaisella tiedonvaihdolla. Tulevaisuudessa teollisen tuottavuuden ja kilpailukyvyn ytimessä ovat digitaalisille alustoille rakentuva verkostopohjainen yhteistyö ja kumppanuussuhteet. Alustataloudessa tuottajat ja hyödyntäjät kytkeytyvät monenkeskiseen markkinaan, jossa dataa vaihdetaan ja hyödynnetään ja jossa tieto muuttuu liiketoiminnallisen arvon kautta rahassa mitattavaksi. Teollinen alustatalous yhdistää palvelut digitaalisesti fyysiseen valmistuskapasiteettiin ja mahdollistaa siten teollisuudelle täysin uudenlaisen arvonluonnin.

Datamarkkina kasvaa muita toimialoja nopeammin²² ja luo aivan uudenlaisia liiketoimintamahdollisuuksia. Tulevaisuudessa myös liiketoimintamallit perustuvat yhä vahvemmin datan hyödyntämiseen eri tavoin. Arvonluonnin keskiössä eivät ole enää tuotteet, vaan data. Aiemmin tuotantoa hallitsivat pääomat, mutta nyt datapohjainen arvonluonti määrittänyt pikemminkin osaamisen ja kyvykkyyden kuin suurten pääomien kautta. Tämä luo kasvavia liiketoimintamahdollisuuksia myös pk-yrityksille, joilla on kyky luoda datasta arvoa.

Datatalouden edellytyksenä on pitkälle edistynyt digikyvykkyys: prosessien digitalisointi, syntyvän datan hallinta ja kyky soveltaa tietoa osana liiketoimintaa. Datatalous haastaa totuttuja liiketoiminnan lainalaisuuksia, sillä datataloudessa tuotannontekijät eivät kulu käytössä. Dataa voi hyödyntää useita kertoja, ja käytön sekä datan jalostamisen myötä sen arvo kasvaa. Digitaalisen muodossa oleva laadukas data on keskeinen resurssi talouskasvun, kilpailukykyyn, innovaatioiden ja työpaikkojen luomisessa.²³ Data ei välttämättä itsessään ole erityisen arvokasta, vaan arvo luodaan jalostamalla datasta tietoa tai palvelua, jolla on arvo jollekin taholle. Siksi datan hyödyntäminen ja datapohjaisen arvon luominen edellyttää osaamista, jolla arvottomasta datavarannosta jalostetaan arvoa. Tämä osaaminen on sekoitus ymmärrystä datan käsittelystä, yhdistelystä ja analysoinnista yhdistettynä liiketoiminnan ymmärrykseen.

Yksinomaan dataan perustuva liiketoiminta on vahvasti skaalautuvaa, ja sitä johtavat suuret ylikansalliset yhtiöt kuten Google, Facebook, Amazon, Tencent ja Baidu. Datatalouden hyödyntämisessä pk-yrityksissä avainasemassa onkin datan hyödyntämisen integraatio olemassa oleviin arvoketjuihin, ratkaisuihin ja asiakkuuksiin.²⁴ Jotta Suomi pysyy Euroopan datatalouden kehityksessä mukana ja voi kehittyä datatalouden kärkimaaksi, on investoitava erityisesti pk-yritysten datatalousosaamisen kehittämiseen ja uuden datapohjaisen liiketoiminnan luomiseen. Suomen etuina datatalouden

22 Euroopan datamarkkinatutkimus 2020

23 Halenius, Laura – Suokas, Jyrki – Parikka, Heli – Hämäläinen, Hannu 2018: Datatalous suomalaista kilpailukykyä rakentamassa. Sitra 12.6.2018. <https://vm.fi/documents/10623/10841416/Halenius-Suokas-Parikka-Hamalainen-Mitä+on+datatalous.pdf/4681f7c4-eed0-f39d-56e8-0ed3383ee8d3/Halenius-Suokas-Parikka-Hamalainen-Mitä+on+datatalous.pdf>

24 Halenius, Laura – Suokas, Jyrki – Parikka, Heli – Hämäläinen, Hannu 2018: Datatalous suomalaista kilpailukykyä rakentamassa. Sitra 12.6.2018. <https://vm.fi/documents/10623/10841416/Halenius-Suokas-Parikka-Hamalainen-Mitä+on+datatalous.pdf/4681f7c4-eed0-f39d-56e8-0ed3383ee8d3/Halenius-Suokas-Parikka-Hamalainen-Mitä+on+datatalous.pdf>

liiketoimintamahdollisuuksien hyödyntämisessä ovat erinomainen digitaalisuusaste ja digivalmiudet sekä korkeatasoiset digitaalisen yrittäjyyden olosuhteet²⁵ ja alan huippuosaaminen. Nämä vahvuudet eivät kuitenkaan vielä realisoidu kasvaneena liiketoiminnan arvona.

2.2.5 Digi-investoinnit ja tuottavuus

Yritysten näkökulmasta investoinnit digitalisaatioon ovat investointeja kilpailukyvyn parantamiseen ja tuottavuuden nostamiseen. Myös kansantalouden tasolla voidaan nähdä vahva yhteys digi-investointien ja tuottavuuskehityksen välillä.

Suomen on useassa yhteydessä todettu jääneen jälkeen keskeisistä verrokkimaista teollisen tuottavuuden kehityksessä. Matti Pohjola nosti asian esiin vuonna 2020 TEM:n raportissa²⁶ ”Teknologia, investoinnit, rakennemuutos ja tuottavuus: Suomi kansainvälisessä vertailussa” ja viimeksi Valtiovarainministeriö helmikuussa 2021 julkaisemassaan raportissa²⁷. Pohjolan mukaan vuoden 2008 finanssikriisin jälkeen tuottavuuden kasvu Suomessa on ollut poikkeuksellisen heikkoa, ja olemme jääneet merkittävästi jälkeen verrokki- maista Ruotsista, Saksasta ja USA:sta.

Digitalisaatio on yksi merkittävimmistä teollisen uudistumisen ja tuottavuuden kasvattamisen välineistä. Digitaalisesti edistyneet yritykset ovat uudistumiskyvyltään merkittävästi paremmassa asemassa vastaamaan ympäristö-, kasvu- ja tuottavuushaasteisiin kuin digitaalisesti hitaasti edenneet.

Pohjolan²⁸ mukaan suomalaisten yritysten kilpailijamaita huonomman tuottavuuskehityksen syynä ovat erityisesti vähäiset aineettomat investoinnit, mukaan lukien ICT-investoinnit. OECD:n²⁹ vertailussa (kuviokuva 4) Suomi jää ICT-investointien tasossa jälkeen keskeisistä verrokki- ja kilpailijamaita. Investoinnit suhteessa bruttokansantuotteeseen ovat Suomessa vuonna 2017 olleet noin puolet verrattuna esimerkiksi Ruotsiin ja Hollantiin.

25 Erkkilä & Mäntyniemi 2020: Digiloikasta vauhtia uuteen kasvuun ja hyvinvointiin : Digitaaliset keinot koronaviruskriisin jälkihoidossa -työryhmän loppuraportti.

26 Pohjola, Matti 2020: Teknologia, investoinnit, rakennemuutos ja tuottavuus : Suomi kansainvälisessä vertailussa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-492-1>

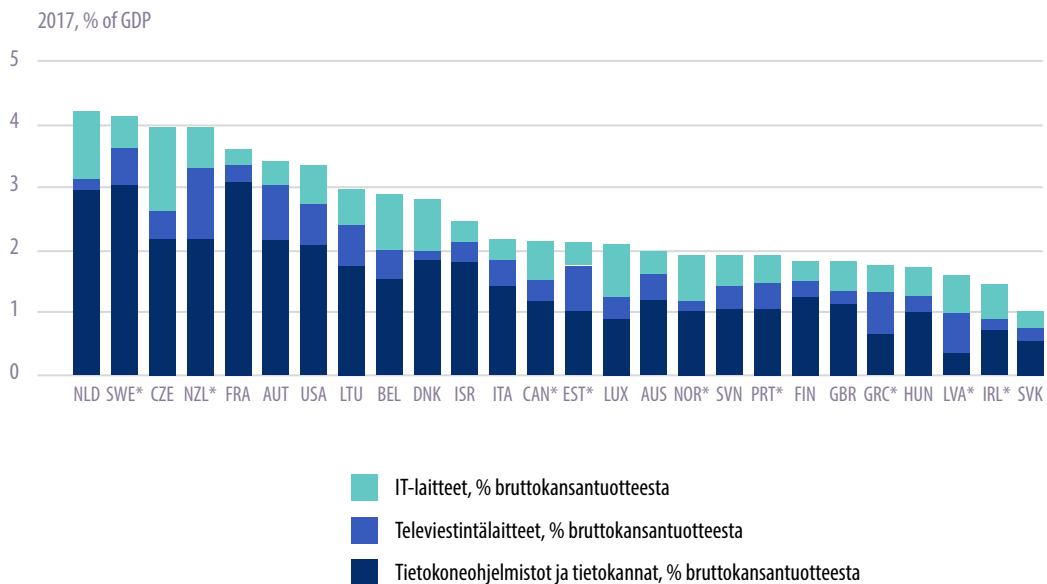
27 Stenborg, Markku – Ahola, Ilari – Palmén, Olli – Pääkkönen, Jenni 2021: Talouskasvun edellytykset tulevaisuudessa: Lähtökohdat, suunnat ja ratkaisut. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-504-9>

28 Pohjola 2020: Teknologia, investoinnit, rakennemuutos ja tuottavuus : Suomi kansainvälisessä vertailussa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-492-1>

29 OECD 2020: OECD Digital Economy Outlook 2020. <https://doi.org/10.1787/bb167041-en>

Vähäiset ICT-investoinnit voivat selittyä ensinnäkin vähäisellä panostuksella digitalisaatioon ylipäätään. Toisaalta kyse voi olla sellaisesta panostustavasta, joka ei luo yrityksiin omaa ICT-pääomaa eli ohjelmistoja, tietokantoja ja laitteita, vaan realisoituu palvelumaksuina tai vuokrina.

Kuvio 4. OECD 2017: ICT-investoinnit prosentteina BKT:stä³⁰. Tällä indikaattorilla mitataan tieto- ja viestintätekniikan levinneisyyttä koko taloudessa. Tieto- ja viestintäteknisillä investoinneilla tarkoitetaan kiinteän pääoman bruttomuodostusta (GFCF) ”tieto- ja viestintävälineistä” ja ”tietokoneohjelmistoista ja tietokannoista”, sellaisina kuin ne on määritelty kansantalouden tilinpitojärjestelmässä 2008 (SNA08).



Lähde: OECD Going Digital Toolkit, joka perustuu OECD:n kansantalouden tilinpitotietokantaan; Eurostatin kansantalouden tilinpidon tietokanta ja kansalliset lähteet.

Suomalaisissa pk-yrityksissä ICT-investoinnit näyttäisivät olevan erityisen pienessä roolissa. Vuoden 2021 pk-barometrin³¹ mukaan vain 8 % ulkoista rahoitusta nostavista pk-yrityksistä suunnittelee sen käyttämistä tieto-, viestintätekniikkalaitte- tai ohjelmistoinvestointeihin, kun esimerkiksi muihin kone-, laite- tai rakennusinvestointeihin rahoitusta suunnittelee käyttävänsä 44 %. Samoin pk-yritysten tekemissä uusiutumistoimissa uusien

30 OECD 2021: ICT Investment as a percentage of GDP. Description 2017. <https://goingdigital.oecd.org/indicator/30>.

31 Suomen Yrittäjät 2021: Pk-yritysbarometri 1/2021. <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/tutkimukset/pk-yritysbarometrit/pk-yritysbarometri-12021-642333>

teknologioiden ja uusien liiketoimintamallien käyttöönotto on verraten harvinaista. Teollisuudessa uusien teknologioiden kautta uudistuminen on tosin yleisempää kuin muilla sektoreilla.

2.2.6 Osaaminen ja digitalisoituva toimintaympäristö

Organisaation kyky tunnistaa ja hyödyntää sen jäsenillä jo olevaa osaamista sekä valmius kehittää ja hankkia uutta tarvittavaa osaamista on jatkuvan kehittymisen, uudistumisen ja tuottavuuskasvun edellytys. Erityisesti tuottavuuden kehitykseen liittyen osaamisen ja innovatiivisuuden merkitys korostuu³². Tekoäly 4.0 -ohjelmassa yritysten osaamista lähesytään organisaation kyvykkyydestä käsin: *minkäläistä osaamista, innovaatiokyvykkyyttä, johtamista ja organisatorista muutosvalmiutta yrityksissä tarvitaan digitalisoituvan liiketoiminnan aikana?*

Koulutuksella on tärkeä rooli datapohjaisen arvonluonnin edistämiseksi. OECD:n selvityksen³³ mukaan yksilöiltä ja yrityksiltä puuttuu kyvykkyksiä digitaalisen transformaation mahdollisuuksien täysimääräiseen hyödyntämiseen. Datapohjaisen liiketoiminnan edistäminen edellyttää paitsi teknologia-, data- ja analytiikkakyvykkyyksien kehittämistä, myös erityisesti palvelu- ja liiketoimintaosaamisen kehittämistä³⁴. Digitaalisuus ja datapohjainen arvonluonti muuttavat paitsi toimintatapoja, myös johtamiskulttuuria.

Osaavan työvoiman saatavuus on alkanut muodostua suureksi kasvun ja kilpailukyvyn esteeksi. Erityisesti osaajavaje näkyy vaativimmissa innovaatio- ja TKI-panostuksia edellyttävissä tehtävissä, mutta myös teollisuuden digiosaajista on kova pula. Vajeen taustalla on monta tekijää: työikäisen väestön väheneminen, työllisyysasteen jääminen verrokkeja alemmaksi ja puutteet työvoiman uudelleen kohdentumisessa.

32 Pohjola, Matti 2020: Teknologia, investoinnit, rakennemuutos ja tuottavuus : Suomi kansainvälisessä vertailussa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-492-1>

33 OECD 2020: OECD Digital Economy Outlook 2020. <https://doi.org/10.1787/bb167041-en>.

34 Paavola, Heli – Seppänen, Marko – Eloranta, Ville 2021: Datapohjaisen arvonluonnin strategiset vaihtoehdot. s. 177–178. Julkaisu ladattavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-667-3>

Kestävän kasvun työryhmän raportissa³⁵ osajavaje nähdään yhtenä ideoiden jalostamisen ja skaalaamisen esteistä. Yleisesti Suomen ongelmana nähdään puutteellinen kyky jalostaa ja skaalata innovaatioita korkean arvonlisän tuotannoksi. Myös liian vähäinen huomio korkean tuottavuuden ekosysteemien kehittymistä kohtaan on ongelma. Tarve innovaatioyhteistyön muutokselle on olemassa.

TKI-toimintaan panostavien yritysten merkitys on keskeinen osaamisen kehittämisen, innovaatioiden ja uudistumisen näkökulmasta. Keskeistä on niin ikään yritysten ja tutkimuskentän toimijoiden yhteistyön lisääminen ja liikkuvuus tutkimuksen ja yrityskentän välillä. Jos osaaminen liikkuisi yritysten ja korkeakoulujen välillä dynaamisesti ja kaksisuuntaisesti, tämä edistäisi teknologioiden, mukaan lukien tekoälyn, käyttöönottoa tehokkaasti.

Suomalainen tekoälytutkimus on sekä julkaisuanalyyysien että asiantuntija-arvioiden perusteella hyvää kansainvälistä tasoa. Suomesta on vahvan tradition tekoälytutkimusta sekä tekoälyn tämän hetkistä huippututkimusta. Suomelle on tyypillistä, että osaaminen ei rajoitu tekoälyn ydinteknologioihin, vaan Suomessa on hyvää geneeristä osaamista digitaalisten palvelujen tuottamisessa sekä järjestelmätason ratkaisujen kehittämisessä. Suomessa on myös paljon tekoälyä läheisesti sivuavaa tutkimusta esimerkiksi signaalinkäsittelyssä, elektroniikassa ja radiotekniikassa, algoritmien teoreettisessa tutkimuksessa sekä reunalaskennassa ja 5G/6G-tekniologiassa, jota on yhdistetty onnistuneesti tekoälyyn. Teknologiaosaamisen ja -tutkimuksen korkea taso luo hyvän pohjan tekoälyn käyttöön, mutta pystyvätkö yritykset hyödyntämään tekoälyn huippuosaajia? Jos osaaminen teollisuudessa ei ole riittävän vahvalla tasolla, yritykset eivät kykene ottamaan vastaan tutkimuksen ja tietopääoman lisäarvoa liiketoiminnassaan. TKI-toiminnan lisäksi yritysten ja paikallisten oppilaitosten tiivis yhteistyö on tärkeää osaajien saatavuuden ja osaamisen riittävän tason varmistamiseksi. Konepajakoulu 2.0 Tampereella on mielenkiintoinen esimerkki yhteistyön uudenaikaisesta tiivistämisestä. Uusien teknologioiden soveltaminen ja hyödyntäminen liiketoiminnassa muuttaa toimintatapoja ja vaatii ihmisiltä osaamista jatkuvasti kehittyvien sovellusten ja työvälineiden käyttämiseen.

Jatkuvan oppimisen ja uudelleen koulutuksen toteuttamiseksi tulee kehittää ja hyödyntää paremmin sähköisiä kursseja. Erityisesti teollisuuden digiosaamisen tarpeeseen tarvitaan nopeita toimenpiteitä, massiivisia verkko-oppimisympäristöjä (MOOC) sekä yliopistojen, oppilaitosten ja koulutuspalvelujen tarjoajien koordinoitua yhteistyötä. Tässä

35 Valtioneuvosto 2021: Kestävä talouskasvu ja hyvinvointimme tulevaisuus.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-599-7>

voidaan hyödyntää olemassa olevien toteutuksia ja yhteistyötä esimerkiksi Ruotsin kanssa, jossa 13 yliopiston yhteistyössä on toteutettu valmistavalle teollisuudelle verkko-oppimis-ympäristö Teollisuus 4.0 -aihepiiristä³⁶.

Ulkomailta saatavan osaavan työvoiman houkuttelu on yksi keino osaajavajeen paikkaamiseen. Toteutuakseen se vaatii houkuttelutoimien ja maahantulon sujuvoittamisen lisäksi myös monikulttuurisuutta arvostavia ja sitä käytännössä toteuttavia yrityksiä.

Automaatio on vaikuttanut yksinkertaisten toistoa vaativien tehtävien vähenemiseen teollisessa työssä. Nykyinen tutkimus sekä käytäntö osoittavat, että digitaalinen teknologia voi myös täydentää osaamista ja johtaa taitojen lisääntymiseen sekä työn kehittymiseen. Kognitiivisten kykyjen merkitys korostuu monenlaisissa työtehtävissä.³⁷

2.3 Poliittiset suuntaviivat digitalisaation edistämiseksi Suomessa

2.3.1 Katsaus EU:n politiikkaohjelmiin

EU:n teollisuusohjelmat

Euroopan teollisuuden muutostarpeet kytkeytyvät yhä vahvemmin toimintaympäristön laaja-alaiseen murrokseen. Murros koskettaa kansainvälisen poliittisen toimintaympäristön perinteisiä lainalaisuuksia (esimerkiksi geopolittiset epävarmuustekijät ja protektionismin kasvu), talousjärjestelmän kestävyyttä, talouskasvun roolia, kilpailua ja kompleksisuutta arvoketjuissa. Toisaalta se koskettaa myös kuluttajakäyttäytymisen muutoksia, jotka edelleen kytkeytyvät laajempiin globaaleihin sosiaalisiin tekijöihin: keskiluokan, kaupunkiväestön ja ikääntyneiden suurempi osuus, kulttuurinen monimuotoisuus, työn ja vapaa-ajan yhteensovittaminen. Teollisuuden uudistaminen nähdään nyt vahvasti työllisyyden ja yleisen elinvoimaisuuden ylläpidon edellytyksenä ja eurooppalaisten tai pohjoismaalaisten arvojen puolustamisen välineenä.

36 Produktion2030 2021: Ingenjör 4.0 – Education for smart production of smart products. https://produktion2030.se/en/portfolio_page/ingenjor-4-0/

37 The Nordic Council of Ministers 2020: Digital Transformations of Traditional Work in the Nordic Countries, Nordic Co-operation 19.11.2020. <https://www.norden.org/en/publication/digital-transformations-traditional-work-nordic-countries>

EU:n vihreä strategia (Green Deal)³⁸ ohjaa kaikkea komission toimintaa, mukaan lukien teollisuuden tutkimus- ja kehitysohjelmat, investoinnit ja lainsäädäntö. Strategian tavoitteena on, että kilpailukykyinen teollisuus auttaa Eurooppaa tulemaan ilmastoneutraaliksi 2050 mennessä. Muutos edellisen komission painotuksista on merkittävä: pelkkä digitalisaatio ei enää riitä vaan tavoitteena on kaksoisiirtymä (twin transition) kohti digitaalista ja ilmastoneutraalia Eurooppaa. Teollisuuden kannalta tämä tarkoittaa uusia liiketoiminta-, kehitys- ja investointimahdollisuuksia, mutta myös uutta sääntelyä ja uusia luokitteluperiaatteita ilmastotavoitteisiin perustuen. Erityisesti kiertotalousohjelmassa (Circular Economy Action plan³⁹) kuvataan kestävä kehityksen mukaiseen tuotantoon liittyviä tavoitteita, jotka tulevat vaikuttamaan regulaatioon. Myös Euroopan datastrategia ja tekoälyn koordinoitun toimintasuunnitelman uudistettava versio kytkeytyvät vihreään siirtymään.

EU:n uudessa teollisuusstrategiassa (A New Industrial Strategy for Europe⁴⁰) komissio asettaa suunnan maailmanlaajuisesti kilpailukykyiselle, ilmastoneutraalille ja digitalisoituneelle teollisuudelle ja ehdottaa joukon toimia kaksoisiirtymän aikaansaamiseksi. Osana kaksoisiirtymää EU panostaa digitaalisen yhteismarkkinan luomiseen, teollisuuden tukemiseen ilmastoneutraaliudessa ja resurssitehokkuudessa, kiertotalouden rakentamiseen sekä innovaatio- ja osaamispohjan varmistamiseen. Teollisuusstrategia perustuu EU:n vihreän kehityksen ohjelmaan, mutta sisältää myös vahvan digitalisaatio-osan (Shaping Europe's Digital Future -strategian mukaisesti⁴¹), jossa otetaan kantaa muun muassa koulutukseen, investointeihin ja yhteismarkkinoihin sekä teknologialähtöisiin aloitteisiin muun muassa tietoturvaan, 5G:hen ja tekoälyyn liittyen.

Pandemian jälkeiseen toipumiseen kohdistuu mittava EU:n elpymisväline, joka kohdistetaan vahvasti vihreään ja digitaaliseen siirtymään. EU:n elpymisvälineeseen liittyvissä jäsenmaiden kansallisissa elpymis- ja palautumissuunnitelmissa on huomioitava eurooppalaisen ohjausjakson maakohtaiset suositukset. Suomelle annetuissa suosituksissa Suomea kehoitetaan keskittämään investointeja tutkimukseen ja innovointiin.

38 Euroopan Komissio 2021: Euroopan vihreän kehityksen ohjelma.

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi

39 Euroopan Komissio 2021: Circular Economy Action Plan.

https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en

40 Euroopan Komissio 2020: Komission tiedonanto: Teollisuusstrategia. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-industrial-strategy-march-2020_en.pdf

41 Euroopan komissio 2019: Euroopan digitaalista tulevaisuutta rakentamassa.

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_fi; Euroopan Komissio 2020: A new industrial strategy for Europe. COM(2020) 102 Final, Brussels 10.3.2020. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_fi

Pandemian vuoksi myös EU:n teollisuusstrategiaa päivitetään. Kilpailukyvyn lisäksi esiin nousee entistäkin vahvemmin pyrkimys vähentää teollisuuden arvoketjujen haavoittuvuutta sekä Euroopan teknologinen autonomia. Keskeisiä kysymyksiä ovat muun muassa Euroopan strategisten arvoketjujen ja digitaalisen infran turvaaminen, kriittisten materiaalien ja komponenttien omavaraisuus sekä tietoturva, alustataloutta ja datan jakamista koskevat pelisäännöt. Teollisuusstrategian implementoinnin tueksi on perustettu teollisuusfoorumi (Industrial Forum, 2021–2024), joka ottaa kantaa siihen, miten Euroopan resilienssiä voidaan vahvistaa, mihin arvoketjuihin ja ekosysteemeihin tulee panostaa, miten digitaalista ja vihreää siirtymää voidaan toteuttaa ja mihin pandemian jälkeisiä elpymistoimia tulisi kohdentaa.

EU:n digitalisaatio- ja tekoälystrategiat

Myös EU:n digitalisaatio- ja teollisuusstrategioiden sekä elpymisrahastojen keskeisenä tavoitteena on Euroopan globaalin kilpailukyvyn parantaminen ja Euroopan autonomian turvaaminen: tekoälyn ja muiden kriittisten teknologioiden osaamisen on oltava Euroopassa maailman huippua.

Esimerkiksi globaalien alustajätien iso vaikutus datamarkkinoihin on uhka. Euroopan osuus näistä markkinoista on vain 3 %, kun Yhdysvaltojen vastaava osuus on 66 % ja Kiinan 30 %⁴². Jätien liiketoiminta ei myöskään ole välttämättä eurooppalaisten arvojen mukaista. Eurooppa panostaakin nyt runsaasti yhteistyöhön, politiikkatoimiin ja mahdollistavaan sääntelyyn (esimerkiksi GDPR ja tuleva tekoälylainsäädäntö), jotta datan jakamisessa edistyttäisiin ja jotta eurooppalaiset yritykset saisivat lisää liiketoimintaa datataloudesta. Euroopasta on myös lähtöisin datan jakamisen pelisääntöjä, infraa ja standardeja kehittäviä aloitteita, kuten IDS (International Data Space) ja GAIA-X, joissa Suomi on vahvasti mukana.⁴³

Globaali ulottuvuus on yhä vahvemmin läsnä myös Euroopan komission päivitetessä versiossa tekoälyn koordinoitua toimintasuunnitelmasta⁴⁴, jossa EU:n globaali asema tekoälyn edistäjänä on yhtenä tavoitteena. Euroopan asema ihmiskeskeisen tekoälyn ja digitalisaation edistäjänä huomioidaan myös komission suunnitelmissa Euroopan digitaalisesta vuosikymmenestä. Suunnitelma edistää ihmiskeskeyttä korostavaa eurooppalaista

42 Sitra 2019: Globaalissa datataloudessa vallitsevat villin lännen lait – Suomi-vetoisesta mallista vastaus Euroopan kilpailukykyyn? <https://www.sitra.fi/uutiset/globaalissa-datataloudessa-vallitsevat-villin-lannen-lait-suomi-vetoisesta-mallista-vastaus-euroopan-kilpailukykyyn/>

43 Sitra 2021: GAIA X – yhteiseurooppalaisen dataekosysteemin kivijalka. <https://www.sitra.fi/hankkeet/gaia-x-yhteiseurooppalaisen-dataekosysteemin-kivijalka/#mista-on-kyse>

44 Euroopan komissio: Tekoälyn koordinoitun toimintasuunnitelman päivitys. 21.04.2021

tapaa (European way) ottaa käyttöön tekoälyä ja uusia teknologioita sekä edistää digitalisaatiota. Komissio rohkaisee tekoälyn ja digitalisaation osalta samanmielisiä maita tiiviimpään yhteistyöhön eurooppalaisen tavan ja avoimen digitaalisen talouden edistämiseksi globaalisti. Lisäksi komissio on ehdottanut uuden EU:n ja Yhdysvaltojen välisen kauppaa- ja teknologianeuvoston perustamista.⁴⁵

Suomi on mukana muun muassa digitaalisesti edistyneiden D9+-maiden epävirallisessa ryhmittymässä. D9+-ryhmän EU-maat edistävät strategisesti digitalisaation toimeenpanoa ja parhaiden käytäntöjen jakamista. Edellinen kokous järjestettiin Suomen johdolla tammikuussa 2021, jolloin ministerit kokoontuivat keskustelemaan Euroopan teknologisesta kilpailukyvästä. Kokouksen lopputuloksena hyväksyttiin yhteinen julkilausuma Leading the Way to Europe's Digital Decade, jossa linjataan, että tekoäly, kvanttitekniikka sekä 5G- ja 6G-teknologiat mahdollistavat yhdessä datatalouden kanssa Euroopan digitaalisen vuosikymmenen.⁴⁶

Euroopan digitaalinen vuosikymmen

Euroopan komissio esitteli maaliskuussa 2021 vision, tavoitteet ja keinot Euroopan digitaalisen vuosikymmenen edistämiseksi. Tiedonanto perustuu EU:n digitaali-strategialle⁴⁷ ja korostaa EU:n tavoitetta olla digitaalisesti riippumaton avoimessa ja yhteenliitettyssä maailmassa. Tiedonanto sisältää ehdotuksen digitaalisesta kompassista (Kuvio 5), jonka avulla tavoitteet vuodelle 2030 asti konkretisoidaan neljän teeman alle: osaaminen, turvalliset ja kestävät digitaaliset infrastruktuurit, yritysten digitaalinen siirtymä sekä julkisten palveluiden digitalisointi.

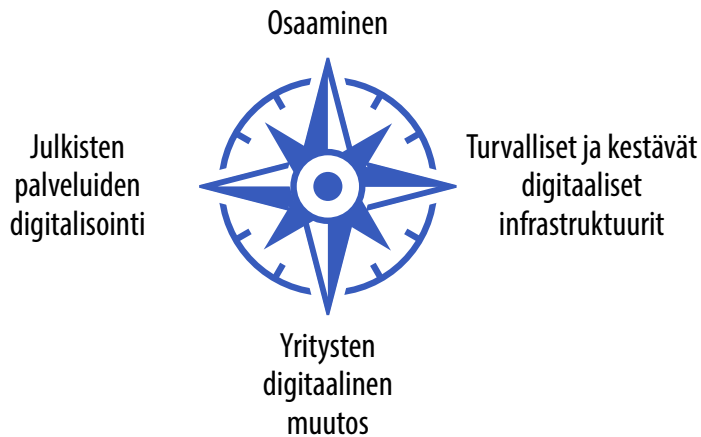
Komissio tulee ehdottamaan kompassin tavoitteiden toteuttamista digitaalipoliittisen ohjelman muodossa, jota seurataan vuosittaisen raportin avulla.

45 Euroopan Komissio 2021: Tiedonanto: Euroopan digitaalinen vuosikymmen – digitaaliset tavoitteet vuodelle 2030. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_fi; Euroopan Komissio 2021: 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. COM(2021) 118 final 9.3.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0118>

46 Työ- ja elinkeinoministeriö 2021: D9+ Declaration: Leading the Way to Europe's Digital Decade. <https://tem.fi/documents/1410877/53440649/D9%2B+Declaration.pdf/536c1b37-2b93-57d6-1313-bfe943f3c17e?t=1611759617528>

47 Euroopan komissio 2019: Euroopan digitaalista tulevaisuutta rakentamassa. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_fi; Euroopan Komissio 2021: Tiedonanto: Euroopan digitaalinen vuosikymmen – vuoden 2030 tavoitteet digitaalialalle. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_fi

Kuvio 5. Euroopan digitaalinen vuosikymmen: Digitaalinen kompassi



Tekoäly 4.0 -ohjelman toiminta-alue liittyy ainakin kolmeen neljästä kompassin pää-alueesta. Tekoäly 4.0:n kannalta mielenkiintoisia kompassin vuoteen 2030 ulottuvia alustavia tavoitteita ovat muun muassa:

- Yritysten digitalisaatio: kolme neljästä yrityksestä käyttää pilvipalveluja, massadataa ja tekoälyä. Digitaalisen intensiteetin olisi oltava vähintään perustasoa yli 90 %:ssa pk-yrityksiä, ja ”yksisarvisten” kaltaisten nopeasti kasvavien yritysten lukumäärän EU:ssa pitäisi kaksinkertaistua.
- Osaaminen: Euroopan sosiaalisen oikeuksien pilarin tavoite digitaalisista perustaidoista on saavutettu. Lisäksi EU-alueella työskentelee 20 miljoonaa tieto- ja viestintätekniikan asiantuntijaa. Pyrkimyksenä on tasapaino sukupuolijakaumassa.
- Digitaalinen infrastruktuuri: kaikilla EU:n kotitalouksilla olisi oltava gigabittiyhteydet ja kaikilla asutuilla alueilla 5G-verkko. Huipputasoinen kestävien puolijohdeiden tuotannon olisi Euroopassa oltava 20 % maailman tuotannosta. EU:ssa olisi oltava käytössä 10 000 ilmasto-neutraalia erittäin suojattua verkon reunasolmua ja Euroopalla ensimmäinen kvanttietokone.

Komissio korostaa tiedonannossa esiteltyjen painopisteiden lisäksi monikansallisten projektien tärkeyttä. Komissio kertoo, että edistääkseen yhteistyön lisäämistä se tarkastelee mahdollisuutta perustaa monikansallisiin projekteihin keskittyvä instrumentti osana digitaalipoliittista ohjelmaa.

Komission mukaan EU:n tulee edelleen edistää ihmiskeskeistä lähestymistapaa kansainvälisissä kumppanuuksissa ja toimia globaalina suunnannäyttäjänä ihmiskeskeisen digitalisaation edistämiseksi. EU:n tulee vahvistaa kansainvälisiä digitaalisia kumppanuuksia muun muassa sääntely-yhteistyön ja tutkimuskumppanuuksiin kohdistettujen investointien avulla. Vuoteen 2030 mennessä kansainvälisten digitaalisten kumppanuuksien tulisi toimia liiketoiminnan mahdollistajina eurooppalaisille yrityksille.⁴⁸

Tekoälyn eettinen edistäminen EU:ssa

Vuonna 2018 julkaistiin yhteinen tekoälyjulistus sekä tiedonanto Tekoäly Euroopassa⁴⁹. Julistuksen ja tiedonannon pohjalta komissio ja jäsenmaat valmistelivat Tekoälyn koordinoitun toimintasuunnitelman, jonka tarkoitus oli lisätä yhteistyötä jäsenmaiden ja EU:n välillä sekä yhtenäistää kansallisia suunnitelmia tekoälyn varalle. Tekoälyn koordinoitu toimintasuunnitelma kannusti EU-jäsenmaita julkistamaan kansalliset tekoälystrategiansa vuoteen 2019 mennessä.⁵⁰

Eurooppa on laatinut myös Tekoälyn valkoisen kirjan⁵¹, joka edistää eurooppalaisten arvojen mukaista eettistä ja reilua tekoälyn käyttöä ja datan jakamista teollisuudessa ja yhteiskunnassa laajasti. Valkoisen kirjan mukaan yritysten ja talousalueiden välinen globaali kilpailutilanne edellyttää ponnistuksia sen edistämiseksi, että EU:sta tulee tekoälyn kehittämiselle ja soveltamiselle suotuisa toimintaympäristö. Tekoälyn valkoisessa kirjassa todetaan, että kansallisten ja eurooppalaisten tekoälypanostusten synergioita tulisi vahvistaa ja investointeja tekoälyyn lisätä esimerkiksi Digitaalinen Eurooppa -ohjelmassa esitettyjen tekoälyn testausympäristöjen muodossa. Lisäksi valkoinen kirja luo pohjaa

48 Euroopan Komissio 2021: Tiedonanto: Euroopan digitaalinen vuosikymmen – vuoden 2030 tavoitteet digitaaliselle. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_fi; Euroopan Komissio 2021: 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. COM(2021) 118 final.

49 Euroopan Komissio 2018: Artificial Intelligence for Europe. COM(2018) 237 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN>

50 Euroopan Komissio 2018: Coordinated Plan on Artificial Intelligence. COM(2018) 795 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2018:795:FIN>

51 Euroopan Komissio 2020: Valkoinen kirja: Tekoälystä – Eurooppalainen lähestymistapa huippuosaamiseen ja luottamukseen. COM(2020) 65 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0065>

eurooppalaiselle lähestymistavalle tekoälyn sääntelyyn. Tekoälyn valkoinen kirja nojaa aiempaan Tekoälyn koordinoituun toimintasuunnitelmaan (2018), josta julkaistaan päivitetty versio huhtikuussa 2021.

Suomen kannalta Euroopan komission tekoälyaloitteet ovat keskeisiä. On kuitenkin huomattava, että merkittäviä poliittisia aloitteita on valmisteltu myös muun muassa OECD:n, Euroopan neuvoston, YK:n sekä Pohjoismaisen yhteistyön puitteissa.⁵²

EU:n teollisuus- ja digiohjelmien toimeenpano

Euroopan teollisuuden ja digitalisaation toimeenpanoon on runsaasti instrumentteja huippututkimuksen tukemisesta paikalliseen rakennerahastotoimintaan. Tekoäly 4.0 -ohjelman kannalta tärkeimmät ovat Horisontti Eurooppa- ja Digitaalinen Eurooppa -ohjelmat, teollisuuden kilpailukykyä ja investointeja suoraan tukevat toimet sekä alueiden kehittämiseen kohdistuva rahoitus.

Horisontti Eurooppa -ohjelma rahoittaa kunnianhimoisia tutkimus- ja innovaatiohankkeita teollisuuden digitalisaation vauhdittamiseksi, uusien teknologioiden kehittämiseksi sekä vihreän siirtymän toteuttamiseksi. Tekoäly 4.0 -ohjelman kannalta Horisontti Eurooppa tarjoaa mahdollisuuden erityisesti edistyksellisten yritysten ja teknologioiden tutkimukseen, kehitykseen ja demonstrointiin, mitä ohjelman useat kumppanuudet (PPP) myös edistävät.

Digitaalinen Eurooppa -ohjelma edistää Euroopan digitaalista yhteismarkkinaa. Ohjelma panostaa digitaalisen infran ja teknologioiden (kuten tekoäly, kyberturvallisuus ja suurteholaskenta) kehittämiseen, digiosaamisen kehittämiseen sekä digiteknologioiden laajaan käyttöönottoon yrityksissä ja yhteiskunnassa. Digitaalinen Eurooppa -ohjelmassa tullaan myös käynnistämään eurooppalaisten digitaalisten innovaatiokeskittymien (EDIH) verkosto, jonka tehtävänä on vauhdittaa digitaalista transformaatiota myös vähemmän digitalisoituneilla sektoreilla ja pienyrityksissä. Suomalaisten digitaalisten innovaatiokeskittymien toimintaa voidaan vauhdittaa Tekoäly 4.0 -ohjelman avulla.

⁵² Vuonna 2017 OECD:n käynnistämä laaja horisontaalinen ”Going Digital”-hanke on merkittävä aloite tekoälyn kannalta. Hankkeen tavoitteena on ollut ymmärtää ja tunnistaa digitaalisen murroksen vaikutuksia yhteiskuntaan ja talouteen sekä identifioida siihen liittyvät haasteet ja mahdollisuudet. Tekoälyä on alettu käsittelemään enemmän vuodesta 2019 lähtien (Going Digital II 2019–2020). Tekoälyn osalta merkittäviä Keskeisiä digipoliittisia asioita ovat OECD:n tekoälysuositukset (AI Principles), tekoälypolitiikan observatorio (AI Policy Observatory) ja tekoälyyn keskittynyt asiantuntijaverkosto ”ONE AI”. Vuosien 2021–2022 digipoliittikka-agendan (Going Digital III) lähtökohtana on digitaalinen murros ja sen kiihdyttämisen ajurit kuten tekoäly ja esineiden internet (IoT). Keskeisenä teemana korostuu datan merkitys ja mahdollisuudet keskeisenä innovoinnin resurssina ja liiketoiminnan uudistajana.

Lisäksi eurooppalaiset teollisuus- ja digitalisaatiostrategiat vaikuttavat sellaisiin jäsenmaiden valintoihin, jotka kytkeytyvät EU-rahoitukseen. Näitä ovat esimerkiksi elvytystoimet ja aluekehitysrahastojen kohdentuminen.

Suomen uudessa valmisteilla olevassa rakennepoliittisessa ohjelmassa ”Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027” digitalisaatio on keskeisessä, läpileikkaavassa roolissa. Ohjelmaluonnoksen mukaan tulevasta EAKR-rahoituksesta yli 60 % kohdistuu ”Innovatiivinen Suomi” -toimintalinjaan, jonka kolmantena erityistavoitteena on TKI-toimien ja pk-yritystoiminnan tukemisen lisäksi ”digitalisaation etujen hyödyntäminen kansalaisten, yritysten ja julkishallinnon hyväksi”. Yritysten näkökulmasta ohjelman keskeisintä tuettavaa toimintaa on muun muassa:

- Uusien teknologioiden ja digitaalisten työkalujen ja tuotteiden, palvelujen ja liiketoimintamallien ja -prosessien kehittäminen, soveltaminen ja käyttöönotto
- Pk-yritysten kyber- ja tietoturvalmiuksien vahvistaminen
- Pk-yritysten digitalisaation tukeminen automaatioasteen nostamisessa, robotisaatiossa sekä uusien teknologioiden soveltamisessa
- Pk-yritysten digitaalisten valmiuksien vahvistaminen (esimerkiksi uudet digitaaliset tuotteet, palvelut, liiketoimintamallit ja -prosessit, tietoturva ja -suoja sekä kyberturvallisuus)
- Yritysten sähköisen liiketoiminnan, asiakaspalvelun ja teknologisen osaamisen kehittäminen

2.3.2 Eurooppalaiset kansalliset teollisuusohjelmat ja tekoälystrategiat

Vuoden 2008 finanssikriisi synnytti Saksassa kansallisen teollisuusohjelman nimeltä Industrie 4.0, jonka takana ovat keskeiset poliittiset toimijat, valmistava teollisuus ja tälle laitteita toimittavat tärkeimmät yritykset⁵³. Moni maa seurasi nopeasti Saksan esimerkkiä ja loi itselleen oman kansallisen älykkään teollisuuden ohjelman, mutta Suomesta tämä on puuttunut. Useat kansalliset ohjelmat, mukaan lukien Saksa, ovat perustuneet vahvaan poliittiseen tahtotilaan ja julkiseen tukeen, vaikka implementointi onkin tapahtunut verkostossa.

⁵³ Federal Ministry of Education and Research (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.

Kuvio 6. Euroopan maiden kansalliset teollisuusohjelmat



Kansallisesti laadituissa visioissa vahvistetaan valmistavan teollisuuden globaalia asemaa kilpailukyvyyn, kiertotalouden, tuottavuuden ja teknologisen johtajuuden kannalta. Tärkeä tavoite on kasvattaa työpaikkojen määrää ja houkuttelevuutta samalla kun turvataan ympäristön, talouden ja sosiaalinen kestävyys. Visioiden kunnianhimo vaihtelee kansallisesti merkittävästä, mutta kansainvälisellä tasolla jäljessä olevasta, lähes utopistiseen. Keskiössä on kuitenkin digitalisaation merkitys teollisuuden uudistumisessa ja tuottavuuden kasvattamisessa. Teknologiat, kuten tekoäly, kyberfysiset järjestelmät, teollinen internet ja robotisaatio, ovat edellytys Euroopan valmistavan teollisuuden globaalien kilpailukyvyyn säilyttämiseksi ja parantamiseksi. Myös digitaalisten taitojen kehittäminen on vahvasti esillä.

Eurooppalaiset kansalliset teollisuusohjelmat ovat lähtökohtaisesti (Industrie 4.0 -mallin mukaisesti) hyvin teknologiapainotteisia. Uudistuneissa strategioissa kuitenkin korostuvat jo enemmän liiketoiminnalliset sekä ympäristö- ja yhteiskunnalliset näkökulmat. Myös Saksan Industrie 4.0 -ohjelmassa on oma työryhmä digitaalisen liiketoiminnan kehittämiseen.

Monet pandemian kautta käyttöön otetut resilienssit ja digitaaliset toimintamallit ovat linjassa aikaisempien Teollisuus 4.0 -visioiden kanssa. Ei kuitenkaan ole tiedossa, missä määrin esimerkiksi kysynnässä tai arvoketjuissa tapahtuneet muutokset jäävät pysyviksi. Odotettavissa kuitenkin on, että elvytystoimet vauhdittavat vihreää siirtymää, joka tulee näkyämään myös kansallisissa ohjelmissa.

Tekoälyn koordinoitun toimintasuunnitelman kannustamana⁵⁴ yhä useammat Euroopan maat ovat sisällyttäneet tekoälyn kansalliseen kilpailukykyohjelmaansa tai laatineet kansallisen tekoälystrategian. Ranska, Saksa ja Iso-Britannia olivat ensimmäisiä, mutta myös Suomen vuonna 2017 julkistettu Tekoälyaika-ohjelma oli edelläkävijä Euroopassa. Esimerkiksi Saksan vuonna 2020 päivitetystä tekoälystrategiasta⁵⁵ painopisteinä ovat tutkimus, asiantuntijuuden lisääminen, tekoälysovellusten käyttöönotto, sääntelykehys ja tekoäly yhteiskunnassa. Tavoitteena on lisätä niin kansallista kuin kansainvälistä yhteistyötä sekä vahvistaa Saksan ja Euroopan asemaa ja teknologista riippumattomuutta globaalissa kilpailussa. Tekoälyn kehittämisen ja käyttöönoton näkökulmasta keskeisessä osassa ovat ympäristönsuojelu, vastuullisuus ja läpinäkyvyys. Saksassa käydään myös keskustelua datainfrastruktuurin nykytilasta ja tarpeesta päivittää maan datastrategiaa.

Tällä hetkellä suurin osa jäsenmaista on käynnistänyt kansalliset tekoälystrategiansa, viimeisimpinä Espanja ja Puola vuonna 2020. Niissä EU-maissa, joissa kansalliset tekoälystrategiat ovat vasta valmisteilla, on tekoälyyn liittyvät toimintasuunnitelmat sisällytetty osaksi digitalisaatio- ja teollisuusohjelmia.

Eurooppalaisten kansallisten tekoälystrategioiden välillä on eroja sekä ylätasoin suunnitelmissa, että operatiivisissa toimenpiteissä. Esimerkiksi Saksan tekoälystrategian vuoden 2020 päivitys sisältää 87 toimenpidettä, joiden avulla valtionhallinto pyrkii täytäntöönpanemaan strategiaansa⁵⁶. Yleisimmät tekoälystrategioissa esiintyvät sektorit ovat valmistava teollisuus, terveys, maatalous, liikenne, logistiikka, koulutus, energia ja julkinen hallinto. Erityisesti Ranska, Italia ja Suomi tunnustavat omissa kansallisissa

54 Euroopan Komissio 2018: Coordinated Plan on Artificial Intelligence. COM(2018) 795 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2018:795:FIN>

55 Federal Ministry for Economic Affairs and Energy 2020: Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/strategie-kuenstliche-intelligenz-fortschreibung-2020.html>

56 Federal Ministry for Economic Affairs and Energy 2020: Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung.

tekoälyohjelmissaan korkean kasvupotentiaalin sektorit⁵⁷. Lisäksi Ranskan tekoälystrategia (*AI For Humanity*⁵⁸) korostaa Suomen ohjelman tavoin eettisiä periaatteita tekoälyn soveltamiselle.

2.4 Johtopäätökset tilannekuvasta ja rajapinnoista

Suomen vahvuuksia ovat osaamisen ja oppimisen hyödyntämisen lisäksi ihmisläheinen suhtautuminen tekoälyn ja datatalouden kehittämiseen. Suomella on mahdollisuus näyttää tietä tekoälyn ja vastuullisen datan käytön osalta ja toimia näin edelläkävijänä digitaalisesti edistetyn vihreän siirtymän toimijana. Valmistavan teollisuuden osalta datatalous on strateginen painopiste, jonka keskiöön tulisi asettaa datan hyödyntäminen ja arvonluonnin uudistaminen.

Kansallisen teollisuuden tekoälystrategian nojalla voimme vahvistaa EU:n yhteistyötä sekä bilateraalista yhteistyötä verokkimaiden kanssa. Tekoäly 4.0 -ohjelman pohjalta ja EU:ta parhaiten hyödyntämällä voimme edistää Euroopan ja Suomen globaalia johtajuutta teollisuuden kestävässä digitalisaatiossa. Samalla voimme edesauttaa ja vauhdittaa pienten yritysten kansainvälistymistä.

Osana eurooppalaista yhteisöä Suomen tulee ottaa kantaa edellä mainittuihin eurooppalaisiin strategioihin ja toimenpiteisiin sekä kohdistaa kotimaan panostukset parhaalla mahdollisella tavalla. On huolehdittava, että meillä on käytössämme riittävästi tietoa valintojen tekemiseksi ja että suomalaiset yritykset ovat mahdollisimman hyvin mukana vaikuttamassa tärkeimmässä eurooppalaisissa toimenpiteissä ja myös saamassa rahoitusta. Näin pystymme parhaiten hyödyntämään Euroopan yhteisöä menestyäksemme globaalissa kilpailussa.

Luodun tilannekuvan perusteella erityisesti seuraavaan viiteen haasteeseen on keskeistä tarttua.

57 Euroopan komissio (2021): Komission tiedonanto: Tekoälyn koordinoitun toimintasuunnitelman päivitys. 21.4.2021

58 AI for Humanity 2021: The President of the French Republic presented his vision on strategy to make France a leader in artificial intelligence (AI) at the Collège de France on 29 March 2018. <https://www.aiforhumanity.fr/en/> Villani mission

1. Suomella ei ole koottua neljännen teollisen vallankumouksen strategiaa

Suomen innovaatiotoiminta on nykyisellään pirstaloitunutta. Sille tarvitaan yhdistävä agenda ja kokoavia toimia. Suomen strategian ja agendan tulee vaikuttaa sekä eurooppalaiseen että koko kansainväliseen yhteisöön.

2. Digitaalisaatiolta odotetaan ratkaisuja kestävyshaasteeseen

Vihreä siirtymä on paitsi yhteiskuntaa läpileikkaava uudistumisen haaste, myös suuri mahdollisuus suomalaisille yrityksille. Mahdollisuuksien kirjo on kuitenkin vielä laaja ja osin hajanainen, ja eri sektorien kasvupotentiaalit näyttävät erilaisina

3. Suomi on osaamiseltaan digitalisaation etujoukoissa, mutta kilpailu kiristyy ja yritysten investoinnit laahaavat yhä perässä

Suomalaisen osaamisen kärki on nykyisellään kapea, ja sille tarvitaan lisää leveyttä. Datatalouteen siirtyminen on vielä yrityksille haasteellista. Tekoälyssä puheiden ja periaatteiden aika on ohi – nyt tarvitaan konkreettisia tekoja ja investointeja.

4. Haastettu Eurooppa terävöittää otettaan innovaatio- ja teollisuuspolitiikassa

Osana eurooppalaista yhteisöä Suomen tulee ottaa kantaa eurooppalaisiin strategioihin ja toimenpiteisiin sekä kohdistaa kotimaan panostukset parhaalla mahdollisella tavalla. Nyt tarvitaan siis selkeitä valintoja. Lisäksi on syytä varmistaa tekoälyteknologioiden käyttö eettisten ja yhteiskunnallisesti hyväksyttävien tulosten varmistamiseksi.

5. Digiosaajista on huutava pula teollisuudessa

Osaamisen jatkuvan kehittämisen tarve kasvaa kaiken aikaa. Teknisen osaamisen lisäksi digitaalisen liiketoiminnan ja arvonluonnin osaamiselle on kasvavaa tarvetta. Osaamistarpeet ovat kaiken lisäksi alati kiihtyvässä muutoksessa. Nämä seikat on syytä huomioida niin teollisuuden kuin päätöksenteon piirissä.

3 Tavoitetila ja fokusalueet

3.1 Visio Suomesta 2030: Suomesta kestävä voittaja kaksoisiirtymässä

Vuonna 2030, kun Tekoäly 4.0 -ohjelma on onnistunut tavoitteissaan, suomalainen teollisuus on puhdasta, tehokasta ja digitaalista. Se tuottaa kilpailukykyisiä, asiakkaiden hiilikädenjälkeä kasvattavia ratkaisuja globaaleille, yhtenevästi säännellyille markkinoille. Kaksoisiirtymää edistävästä ratkaisuista on osattu muodostaa suomalaisille yrityksille merkittävää kansainvälistä liiketoimintaa. Menestys perustuu yhteistyöhön, vastuullisuuteen ja uudistumiskykyyn. Suomesta on tullut dynaaminen, tunnettu ja verkostoitunut suunnanäyttävä teollisuuden kestävässä digitalisaatiossa.

Uudistumiskykyinen teollisuus hyödyntää ennakkoluulottomasti saumatonta datavirtaa ja edistyneitä digiteknologioita. Soveltamalla digitalisaation luomia uusia mahdollisuuksia vientituotteissa suomalaiset yritykset kykenevät luomaan ylivoimaista ja kestävä kilpailuetua. Samalla valmistuksen digitalisaatio mahdollistaa yksittäiskappaleisiin saakka ulottuvan kustannustehokkaan valmistamisen Suomessa.

Vision mukaisessa maailmassa suomalaisen teollisuuden kilpailutekijät voi tiivistää kahteen lauseeseen:

1. Olemme globaaleilla markkinoilla profiloituneet auttamaan asiakkaitamme toimimaan kestävästi ja vastuullisesti.
2. Meillä on kyky saada toimijoita yhteen ratkaisemaan kompleksisia ongelmia nopeasti ja näin vastata voittajana globaaliin ja kasvavaan tarpeeseen.

Suomi on vuonna 2030 kokoaan suurempi toimija kestävä digitalisaation edistäjänä ja ottanut johtoaseman valituissa teknologioissa. Teollisuuden investoinnit ICT-kyvykkyyksiin ja -kapasiteettiin ovat kääntyneet merkittävään nousuun. Datataloudesta on muodostunut merkittävää liiketoimintaa, ja dataa hyödynnetään kiertotalouden toteuttamisessa. Lisäksi Suomen tekoälytutkimus ja teknologiaosaaminen ovat maailman kärkeä.

Vuonna 2030 teollisuuden alojen rajat ovat menettäneet merkitystään. Digitalisaatiosta ei puhuta irrallisena teemana. Sen sijaan data ja digiteknologiat ovat mahdollistajia, joiden avulla prosessit ja liiketoiminta ajatellaan uudella tavalla. Valmistuskeskeisyydestä on siirrytty asiakas- ja palvelukeskeisyyteen. Teollisuus luo pohjan hyvinvointiyhteiskunnalle ja sen palveluille ja synnyttää merkityksellistä työtä. Merkityksellisyys syntyy työn ja yritysten vastuullisuudesta sekä vaikuttamisen, innovoinnin ja itsensä kehittämisen mahdollisuuksista. Työvoiman osaamisen pitämiseen ajan tasalla on kehitetty ketteriä, työuran mittaisia ratkaisuja.

3.2 Pk-yritykset muutosmatkalla

Miltä näyttää vuoden 2030 vision toteutuminen suomalaisissa pk-teollisuusyrityksissä? Mitä ovat ne haasteet vuonna 2021, joita digitalisaation avulla pyritään ratkomaan? Miten ne liittyvät kestäväan kehitykseen?

Vision toteutumisen mukaista muutosta kuvaamaan tuotettiin kolmen fiktiivisen johtajan tarina. Johtajat Jukka, Jaana ja Timo kertovat omista näkökulmistaan yrityksensä nykytilasta vuonna 2021 ja tapahtuneesta muutoksesta vuonna 2025, kun digitalisaatio ja tekoälykehitys ovat jo edenneet pidemmälle ja Suomi on ottanut ensimmäiset merkittävät askeleet matkalla vision mukaiseen todellisuuteen.

Tarinat ovat fiktiivisiä – yrityksille ja henkilöille ei ole olemassa todellista esikuvaa. Tarinat kuitenkin pyrkivät tavoittamaan kestäväan digitalisaation haasteita, joita on tunnistettu lukuisissa tutkimuksissa, haastatteluissa ja kehityshankkeissa. Mukana näiden tarinoiden laadinnassa on ollut VTT:n, Business Finlandin, TEM:n, yritysten ja Tampereen yliopiston asiantuntijoita.

3.2.1 Tuotanto Ab vuonna 2021 ja 2025

Vuonna 2021 konepajaan kaivataan koneistajia ja digiosaajia

Jukka Makkonen, 54 v., on 57 henkeä työllistävän konepajayrityksen toimitusjohtaja. Jukka on jo toisen polven yrittäjä, joka on kasvanut konepajan rytmissä, tehnyt teinistä lähtien siellä töitä, opiskellut nuorena koneistajamestariksi ja myöhemmin jatkanut läheisessä amk:ssa insinööriksi. Lyhyitä työharjoitteluita lukuun ottamatta Jukka on aina työskennellyt Oy Tuotanto Ab:ssä, ja sukupolvenvaihdoksen myötä noussut sen toimitusjohtajaksi 12 vuotta sitten. Jukka omistaa yrityksen kahden sisaruksensa kanssa, joista toinen toimii teknologiajohtajana ja toinen on hallituksen jäsen.

Oy Tuotanto Ab, oman alansa vahva osaaja, on perheyritys, joka valmistaa osia työkoneisiin. Yrityksessä on 57 työntekijää ja liikevaihto 21 M€. Yritys on kehittänyt omia prosessejaan ja investoinut työstökoneisiin, joissa hyödyntää robotiikkaa. Savolaisen yrityksen tärkein markkina on kotimarkkina, mutta asiakkaita löytyy lähes 1000 ympäri maailmaa.

Jukka kertoo vuonna 2021:

“Konepajassa tärkein osaaminen on tehtaan lattialla, ihmisissä. Olemme teknologia-alalla, joten kaiken uuden teknologian käyttöönotto ja ymmärtäminen on tärkeää. Digitalisoimme kaiken, mikä kannattaa digitalisoida. Tuotannossa automaatioon ja robotiikkaan on panostettu. Meillä on ollut jo 20 vuotta robotteja, joita käytetään kappaleen käsittelyyn, tosin työstökoneiden automaatio on aika jäykkää. Olen kuitenkin huomannut, että kaikki työntekijät eivät hyödynnä näitäkään robotteja moniin mahdollisiin työvaiheisiin, vaan tekevät mieluummin kaiken käsin. Toiminnanohjauksessa meillä on ERP käytössä. Varastojen hallinnan lisääminen siihen on vielä työn alla.

Suuri haaste on, että asiakkailla on paljon erilaisia ratkaisuja ja järjestelmiä, ja meidän omat järjestelmät pitäisi saada niihin kaikki yhteensovitettua. Meillä on yli tuhat asiakasta ympäri maailmaa, ja kaikilla on omat prosessinsa, jotka ovat vielä suurimmaksi osin manuaalisia. Emme esimerkiksi jaa asiakkaiden kanssa 3D-kuvia. Sen sijaan kukin toimija arvoketjussa piirtää omat kuvansa ja kytkee ne sitten omiin koneisiinsa. Tehdään siis samaa työtä eri vaiheissa! “Masterdata” puuttuu. Niinpä piirustusten versionhallinta ja päivitykset aiheuttavat aikamoista sotkua toimittajaverkostossa. Tähän toivoisi ratkaisua.

Meidän tärkeimmät kolme asiakasta ovat 100 kilometrin säteellä. Ostopäällikkö kertoi, että eräs päämies pohtii jotakin uusia rajapintoja tietojen jakamiseen. No, kertovat sitten, miten se meidän prosesseja muuttaa. Tuskin vaikuttaa muiden yli 900 asiakkaan ketjuihin.

Osaamisen puute on digitalisaation suurin hidaste. Toistaiseksi digiratkaisujen kehittäminen kuuluu teknologiajohtajalle ja kyllä muillekin oman työn osalta. Se on kuitenkin kaikille osaamisen ulkokehällä. Pitäisi kasvattaa omaa ymmärrystä. Palkattaisiin kyllä nuoria tekijöitä, joilla konepajataidot yhdistyisivät digitalisaatioon, jos sellaisia löytyisi. Rekrytointi tänne maakuntaan pieneen pajaan on vaikeaa. Alalle ei ole hinkua. Osaavista työstökoneiden käyttäjistäkin on suuri pula, voitaisiin heti palkata puoli tusinaa taitavaa koneistajaa. Konepajan tuottavuuden perusta ovat osaavat ihmiset, jotka käyttävät yhä monimutkaisempia koneita. Kasvumme edellytys on työvoiman lisäys. Kun tuotantoa digitalisoidaan, pitää muuttaa myös prosessit, muuten hyöty jää pieneksi. Tämän suunnitteluun meillä ei oikein ole aikaa, eikä ehkä taitoakaan.

Meidän on saatava varma hyöty digiin tehdystä investoinnista, ja riskikokeiluja ei voida samalla tavalla tehdä kuin isommissa firmoissa. Kehitystyön tulokset on myös saatava nopeassa aikataulussa käyttöön.

Olen pohtinut, miksei tämä työ nuoria kiinnosta. Tämähän on nykyään siistiä sisätyötä hyvässä porukassa ja kansainvälistäkin. Pajassa pääsee kiinnostavia ja haastavia juttuja tekemään, oma kädenjälki näkyy ja teknologiaa saa soveltaa, jos siitä tykkää. Naisia saisi alalla olla lisää. Voi olla, että konepajoista elää ikivanhoja mielikuvia mustista luolista, joissa hitsauskipinät lentävät. Nuoria voisi houkuttaa meidän hienojen konesalien näkeminen ja ympäristönäkökulmamme. Meillä ei synny hukkaa tehtaassa. Hukka on liian kallista. Konepajateollisuus on luonteeltaan kiertotaloutta.”

Nuoret osaajat ja verkosto vievät konepajan kasvuun vuonna 2025

Oy Tuotanto Ab on sekä kasvattanut myyntiään että tehostanut toimintaansa. Yrityksen työntekijämäärä on kasvanut 87:ään työntekijään, ja liikevaihto on 35 M€. Tärkeimpiä muutoksia ovat asiakasrajapintojen digitalisoituminen ja sisäisen toiminnanohjauksen tehostuminen.

Jukka kertoo vuonna 2025:

“Meidän pajan uusi vaihe alkoi siitä, että keksin markkinoida Oy Tuotanto Ab:ta seudun amk:lle vastavalmistuneiden työharjoittelupaikkana. Jotenkin savolainen kasvantaviära leukani sai laatimaan someen sellaisen markkinointipuheen kesäharjoittelulle ja järjestämään parhaille kandeille ”temppuradan” tehtaalle, että hakijoita oli toista tusinaa ja niistä sitten valitsimme muikkeen trion Mikaelin, Ennin ja Abdullahin. Tämä nuori kolmikko olikin aikamoisia tekijöitä, monialainen tiimi ja hallitsivat yhdessä kaikki 3D-cadit, AI:n perusteet, crm:t ja olivat oppivaisia koneenkäytössäkin. Ennen kaikkea he viihtyivät yhdessä, pajassa ja kerran tultuaan jäivät taloon. Lisäksi heillä oli paitsi halua kehittää toimintaa myös verkostot koulutettuja kavereita, joita alkoikin rekrytoitua pajaan. Tämä nuorisotrio sai pian vastuun digitalisaatiostamme ja järjesti meidät paikallisen kehitysalustan jäseneksi, jossa seudun amk on tärkeässä roolissa.

Sitä kautta pääsimme osallisiksi fyysisistä ja virtuaalisista kokeilualustoista, joissa olemme kehittäneet muun muassa robotiikkaa ja tutustuneet AR:n mahdollisuuksiin. Kehitysalustan ohjelmassa ovat mukana myös kolme paikallista kärkiasiakastamme, joiden kanssa olemme päässeet mukaan datan jakamisalustalle ja saaneet harmonisoitua rajapintamme ja prosessimme. Enää emme piirtele omia 3D-kuviamme! Tämä on lisännyt huomattavasti tuottavuuttamme.

Kärkiasiakkaidemme kanssa ovat kasvantaviäret leuvat myös loksuneet useampana puhteena, kun olemme pohtineet koko markkinan kasvustrategiaa ja yhteisten datakäytäntöjen levittämistä ulkomaillekin. Tuntuu, että paikalliset asiakkaat ovatkin meidän sparraajia nykyään. Heidän kanssaan myös kokeillaan jatkuvasti uusia toimintatapoja ja protoillaan, mikä auttaa laajentamaan markkinaamme muuallakin maailmassa. Ollaanpa laadittu kasvustrategiakkin.

Nämä nuoret! He tosiaan saivat keski-ikäisen pajamme virkistymään. Abdullah on nyt meidän chief digital officer ja todellakin laittanut tuotannonohjauksen kuntoon. Enni vastaa ympäristöasioista ja on laskenut koko toimintamme hiilijalanjäljet ja keksinyt meille kädenjälkiäkin. Mikael puolestaan hääää asiakasrajapinnassa, ja meillä on nykyään jopa ERP:iin integroitu CRM. Tärkeämpää kuitenkin on Mikaelin kyky ymmärtää erilaisia asiakkaita ja kääntää tämä ymmärrys myös dataksi.”

3.2.2 Oy Tuote Ab vuonna 2021 ja 2025

Vuosi 2021: Mitä tehdä datalla ja tekoälyllä terveysteknologian pk-yrityksessä?

Jaana Peltola, 47 v., on 103 henkeä työllistävän terveysteknologian komponenttivalmistajan toimitusjohtaja. Tärkeimmät markkinat ovat Aasiassa, mutta asiakkaita on myös Euroopasta, Amerikasta ja Etelä-Amerikasta. Jaana on kasvavan perheyriksen ensimmäinen perheen ulkopuolelta palkattu ammattijohtaja, joka on tehnyt koko uransa terveysteknologiayritysten liiketoiminnan kehittämisessä kv-markkinoilla. Jaana on luotsannut kolme vuotta Oy Tuote Ab:tä, ja hänen odotetaan löytävän sille uusia tuottavuutta ja myyntiä kasvattavia liiketoiminta-alueita. Jaana on busineksen rautainen ammattilainen ja tuntee alansa kansainväliset verkostot.

Oy Tuote Ab tuottaa high-tech-muovikomponentteja terveysteknologia-alalla. Turun lähisöllä sijaitsevan perheyriksen liikevaihto on 45 M€. Yrityksellä on erittäin vahvaa osaamista terveysteknologian tuotekehityksessä: tuotekehityksen prosessit ja menetelmät ovat maailman huippua. Oy Tuote Ab myös kehittää ketterästi uusia tuotteita ja parantaa jatkuvasti vanhoja.

Jaana kertoo vuonna 2021:

”Me olemme korkean teknologian yritys terveysalalla. Työllistämme monta tohtoriakin, ja liiketoimintamme elinehto on kehittää sekä omaa toimintaa että tuotteiden laatua koko ajan. Yritän pysyä kärryillä digitalisaatiosta ja nähdä, kuinka sitä voisi soveltaa yrityksessämme. Meillä ei kukaan erityisesti vastaa digikehityksestä, ja tarvitsisimme lisää osaamista. Toiveena olisi kokonaisvaltainen digistrategia. Suuri ponnistus oli saada viime vuonna MES-järjestelmä käyttöön. Nyt pystymme ohjaamaan tuotantosolujakin paremmin. MES-järjestelmän avulla paransimme datan talteenottoa. Voimme nyt jäljittää tuotteita reaaliaikaisesti ja tarjota tämän tiedon myös asiakkaillemme. Seurantatietoa tuotetaan jo paljon. Uskomme, että tämä on tärkeää kansainvälisessä investointihyödykebisneksessä.

Tehtaassamme on silti vielä valtavia tuotantokoneita, joissa ei ole digitaalisia käyttöliittymiä ja rajapintoja. Mietimme pitäisikö olla – ainakin saisimme lisää dataa. Mutta mitä me sillä tekisimme? Olemme miettineet, kuinka hyödyntää tekoälyä tuotantoprosesseissa ja voisiko dataamme käyttää siihen. Erityisen kiinnostavaa olisi, jos tekoälyn avulla voisi parantaa laatua. Meille ei ole selvää, onko datamme siihen oikeanlaista ja riittävää.

Kuinka tallentaa, muokata ja hallita dataa, jotta voitaisiin soveltaa siitä tekoälyä?

Pyrimme saamaan myös tilaus- ja toimitustietojen vaihtamisen reaaliaikaiseksi ja läpinäkyväksi, ja tähän tarvitaan yhteistyötä asiakkaiden kanssa. Täytyy sanoa, että monet meidän asiakkaat ovat todella konservatiivisia. Keski-Euroopassa jotkut käyttävät faksejakin! Eikä mitään CRM:ää tai digitaalisia arkistoja toimituksistamme. Vaikea nähdä, että nämä päämiehet lähtisivät datan jakamiseen ja reaaliaikaisen tiedon vaihtoon mukaan, saati kehittäisivät itse siihen ratkaisuja.

Toki meillä on toisenlaisiakin asiakkaita. Erityisesti Aasiassa monet isot päämiehet suhtautuvat kunnianhimoisesti uusiin teknologioihin. Kerran erään neuvottelun kahvitauolla visioivat, kuinka kvanttilaskentaa voisi tulevaisuudessa hyödyntää tuotekehitysmallien analysoimiseen. Tuntuu olevan vähän kaukana. Lähempänä voisi olla erään toisen asiakkaan ajatus, että voisimme hyödyntää AR:ää meidän muovikomponenttien tuotesuunnittelussa osana heidän laitteistojaan.

Jatkossa voi olla, että arverkostot jopa tiivistyvät datan vaihdon ympärille. Se tosin vaatii vahvaa luottamusta toisiin ja selkeät prosessit ja määritykset datalle. Ehkäpä myös standardeja. Koko arvoketjua suunnittelusta, tuotantoon, toimitukseen ja loppukäyttäjään pitää ehkä miettiä uudestaan. Meitä askarruttaa, että kuka näitä valtavia tietomääriä lopulta hallitsee arverkoissa? Emmehän menetä kontrollia omasta tuotannostamme?

Oy Tuote Ab:lle tärkein kysymys tekoälyyn ja datatalouteen liittyen kuitenkin on, että miten se hyödyttää liiketoimintaamme. Miten liiketoiminta kasvaa ja miten suhteet asiakkaisiin paranevat?

Yritys haluaa kasvaa reippaasti ja uskoo tekoälyn ja datan luovan siihen mahdollisuuksia. Tähän tarvitsemme uusia toimintatapoja ja ihmisiä, kenties diginatiiveja, jotka ymmärtäisivät uusia liiketoimintamalleja ja pystyisivät viemään muutoksia lävitse organisaatiossamme ja asiakasrajapinnassa.”

Vuonna 2025 myyntiin potkua tekoälystä: kokeilualusta ja datan jakaminen kirittivät terveysteknologiayrityksen palveluliiketoimintaan

Oy Tuote Ab on kasvattanut viidessä vuodessa tuottavuuttaan. Sen työntekijämäärä on pysynyt ennallaan, mutta liikevaihto on noussut 55 M€:oon. Yritys on onnistunut erityisesti kasvattamaan asiakkuuksiaan digitalisoimalla myyntiä ja asiakkuuksien hallintaa sekä tehostamalla toiminnanohjausta.

Jaana kertoo vuonna 2025:

”Viimeisen viiden vuoden aikana olen oppinut enemmän tekniikasta ja liiketoiminnan kehittämisestä kuin koko opiskeluaikanani. Kaikki alkoi siitä, että emme tienneet, mitä tehdä datalla. Pandemia riehui maapallolla, ja samalla sekä terveysteknologia-alan sääntely että dataliiketoiminnan rajoitukset tuntuivat koko ajan kiristyvän. Kaikki tämä kääntyi lopulta voitoksemme.

Lähdimme mukaan koronan jälkimainingeissa perustettuun terveysteknologiaekosysteemin kokeilualustaan, jossa yhdessä alan kärkiyritysten ja tutkimuslaitosten kanssa pääsimme kokeillen kehittämään tekoälyratkaisuja. Tätä kautta Oy Tuote Ab:n avainhenkilöt loivat pitkäjänteisiä monialaisia suhteita korkeakouluihin ja muiden yritysten kehittäjiin. Keskusteluissa ja työpajoissa tutkijoiden kanssa me opimme tunnistamaan tulevaisuuden teknologioita ja niihin liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia. Pystyimme lopulta omin voimin tekemään digistrategiamme ja kouluttamaan konsultin kanssa koko henkilökuntamme tekoälyaikaan. Tästä seurasi valtavasti uusia aloitteita ja kehitystoimintaa organisaatiomme sisällä.

Parhaat ideat pääsimme jalostamaan kokeiluiksi alustakumppaniemme kanssa. Löysimme pikkuhiljaa tavan luoda uudenlaista, asiakkaiden tarpeisiin nopeasti vastaavaa modulaarista tuotearkkitehtuuria, mikä mahdollistaa tuotteiden tehokkaan muuntelun ja skaalaamiseen. Pystyimme myös automatisoimaan myyntiä ja ennakoimaan asiakkaiden tarpeita oppivien algoritmien avulla. Kaiken tämän avulla muovikomponenttimme ovat kääntymässä osittain palvelubusinekseksi. Me huolehdimme asiakkaan varastoista ja komponenttien kierrosta.

Muoviteknologiayrityksenä kestävä kehitys ja muoviemme kierrättäminen ovat aiheuttaneet meille paljon päänvaivaa. Datatalouden avulla pääsimme kiinni kiertotalouden periaatteisiin ja pystymme optimoimaan materiaalien käytön ja kierron entistä paremmin. Lopulta myös maailmalla kiristyvät rajoitukset osoittautuivat suomalaiselle osaamiselle kilpailueduksi.”

3.2.3 Oy Data-alusta vuonna 2021 ja 2025

Vuonna 2021: Startup Oy Data-alusta Ab tuo toimialan pienet ja suuret yhteen

Timo Kuusi, 34 v., on yksi Oy Data-alusta Ab:n perustajista, pienosakas ja liiketoiminnan kehitysjohtaja. Timo on useassa startupissa mukana ollut visionääri. Edellisessä työpaikassaan suuressa kansainvälisessä metsäteollisuusyrityksessä Timo havaitsi tarpeen arvoverkkojen toiminnan tehostamiseen kehittämällä yhteistyötä ja digitaalisia jakamisalustoja alihankkijoiden kanssa. Timo sai ideansa taakse viisi alalla toimivaa suurempaa yritystä, ja yhdessä he perustivat Oy Data-alusta Ab:n, jota isot yritykset aluksi rahoittavat. Timo itse siirtyi uuteen startupiin kehittämään ja johtamaan sen liiketoimintaa.

Oy Data-alusta Ab tarjoaa alustan, jossa metsäkoneiden valmistajat ja huoltoyritykset voivat turvallisesti jakaa dataansa. Startupissa on toistaiseksi 12 työntekijää, jotka alihankkivat projektien toteutukset. Yrityksen liikevaihto on 5 M€. Alusta mahdollistaa myös etähuoltoa. Innovaatio- ja integraatioalusta on edelläkävijäyritys, joka pyrkii koko toimialan käytäntöjen muutokseen. Se on vahvasti mukana EU-hankkeissa koskien datasääntelyä ja standardointia. PK-seudulta käsin toimivan yrityksen pääomistajat toimivat globaaleilla markkinoilla, mutta firman toiminta keskittyy Pohjois-Eurooppaan. Oy Data-alusta Ab:lla on vahvat yhteydet alan toimijoihin, se ymmärtää arvoverkon eri toimijoiden tarpeita hyvin ja pystyy toimimaan katalyyttinä alan kehityksessä.

Timo kertoo vuonna 2021:**Alusta luo läpinäkyvyyttä sekä yhteiset pelisäännöt ja rajapinnat.**

”Monessa pienessä pajassa digitalisaatiota on tehty ns. päämiehen näkökulmasta. Meidän näkökulma on, että digitalisaatio auttaa sekä pieniä että isoja firmoja nostamaan tuottavuuttaan ja kehittämään prosessejaan, kun sitä tehdään yhdessä yhteisen alustan kautta. Meidän alusta luo sen jäsenille yhteiset pelisäännöt, rajapinnat ja läpinäkyvyyttä, mikä vahvistaa koko kenttää.

Luottamuksen luominen yritysten välille on kaikkein tärkeintä. Muuten datan jakamista ei voi oikeasti tapahtua. Käytännössä kaikki avaavat ydinliiketoimintaa koskevat salaisuutensa muiden käyttöön. Kaikkien mukana olevien yritysten on uskottava, että he voittavat tässä.

Sitä varten olemme luoneet tiukat pelisäännöt alustan datan käyttöön ja läpinäkyvyyteen sekä mallintaneet businesslogiikan.

Taloudellisesti kaikkien on hyödyttävä tästä pitkällä tähtäimellä. Alustoihin liittyy vahva myytti, että voittaja vie kaiken ja että suuret jyräävät pienet. Me pyrimme todistamaan tämän vääräksi: data-alusta tukee erityisesti pk-yritysten digitalisaatiota tarjoamalla heille valmiit datastandardit, rajapinnat ja prosessit, joita ennen pitkää kaikki heidän asiakkaansa toivottavasti käyttävät. Se vapauttaa valtavasti aikaa rutiineista ja sujuvoittaa globaalia liiketoimintaa. Huomion pitäisi siirtyä tekemisen laatuun ja tuotteiden ja palveluiden innovatiivisuuteen.

Datatalous on vasta lapsenkengissä. Meidän Data-alustamme tekee uraauurtavaa työtä. Pyrimme viemään oppejamme ja oppimaan muilta osallistumalla erilaisiin EU:n yhteisiin standardisointihankkeisiin ja datataloutta ja tekoälyä koskevan sääntelyn valmisteluun.”

Etähuolto tuottaa arvoa kaikille

”Alustamme myös palvelullistaa metsäkonesektoria. Autamme kaikkia mukana olevia yrityksiä etähuollon liiketoiminnassa. Kun yritys myy koneen tai komponentin alustamme kautta, hän myy samalla etähuoltopalvelun. Huollon toteuttaminen on yksinkertaista. Jo tämä lisää mukana olevien yritysten liikevaihtoa -ja tuottavuutta.

Toki tämä on meillekin iso kasvubisnes. Me kasvamme yhdessä alustamme kanssa. Oy Data-alusta Ab:n omistajat ovat isoja yrityksiä ja rahoittavat tätä muutaman vuoden mutta näkevät, että pitkässä juoksussa tämä säästää heidän alihankkijaverkkojensa pyörityskustannuksia ja parantaa laatua. Näiden suurten yritysten läsnäolo alustalla ja lupaus harmonisoida omat rajapintansa on jo vahva viesti pienemmille yrityksille. Tällä alustalla kannattaa olla, täällä ovat asiakkaat ja uusin kehitys. Uskomme, että kaikki voittavat tässä, ja Suomesta operoiva alusta voi kasvaa alan globaaliksi markkinajohtajaksi.”

Data-alusta valloittaa maailmaa vuonna 2025

Oy Data-alusta Ab on kasvanut viidessä vuodessa 75 ihmistä työllistäväksi yritykseksi, ja sen liikevaihto on kivunnut 30 M€:oon. Yritys on laajentanut tarjoomaansa alustapalveluista myös jäsenyritystensä koulutukseen ja konsultaatioon. Se konsultoi myös muiden toimialojen data-alustojen liiketoiminnan kehitystä. Data-alusta on perustanut sivukonttorit myös Kanadaan ja Kiinaan.

Timo kertoo vuonna 2025:

”Oy Data-alusta Ab on kehittänyt omaa liiketoimintaansa ja tarjoaa entistä laajemmin palveluita verkostonsa yrityksille. Pieniä yrityksiä se auttaa tietointegraatiossa ja yritysarkkitehtuuriosaamisessa. Tässä on auttanut yritysten rajapintojen yhtenäistäminen ja datan harmonisointi toimialan sisällä. Teknistä konsultaatiota tehdessämme huomasimme myös tarpeen kehittää asiakkaidemme prosesseja ja kouluttaa henkilökuntaa. Aiemmin moni yritys yritti rekrytoida sekä metsäkonetoimialaa että digitalisaatiota tuntevia ihmisiä ulkopuolelta, mutta meidän ‘digiagentit’ koulutusohjelmassa huomasivat, että pärjäävät kouluttamalla digitaitoja olemassa olevalle henkilöstölleen.

Menestyksemme salaisuus on ollut data-alustan toimintojen ja pelisääntöjen pitäminen mahdollisimman selkeinä. Todella tärkeäksi on muodostunut tarjota alihankkijoille plug&play-kytkeytymistä isojen yritysten tietojärjestelmien osiin. Alusta asti olemme uskoneet myös siihen, että data-alusta voi tuottaa lisäarvoa omilla palveluillaan, ja meidän AR/VR-teknologioita hyödyntävä etähallintapalvelumme on osoittautunut menestykseksi. Se on lyhentänyt metsäkoneiden käyttökatkoja neljänneksellä ja tehostanut koko arvoverkon toimintaa huomattavasti. Toki se on myös yrityksellemme kannattava business.”

Kansainvälinen ja EU-yhteistyö auttavat suomalaisia yrityksiä dataliiketoimintaan

”Data-alustan rooli uusien käytäntöjen luojana ja tarjoajana on myös kehittää toimialaa. Olemme verkostoituneet hyvin maailmalla ja olleet useissa EU:n aloitteissa mukana. Edelläkävijänä olemme pystyneet vaikuttamaan eurooppalaiseen sääntelyyn ja viemään toimivia läpinäkyvän data-ekosysteemin ratkaisuja eteenpäin muun muassa GAIA-X:ssä.

Tässä liiketoiminnassa lähtökohtamme on, että tarvitaan yhteisiä globaaleja pelisääntöjä ja kyberturvallisuuden valvontaa. Data kiertää silmänräpäyksessä ympäri maapallon, ja sitä voi jalostaa missä vain. Olemme käynnistäneet kansainvälisiä datataloutta edistäviä hankkeita yhteistyössä tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen kanssa ja ohjanneet verkostomme suuria ja pieniä yrityksiä osallistumaan niihin. Uusin ideamme on tarjota yrityksille yli toimitusketjun menevää AI-pohjaista arvoverkon logistiikan hallintaa. Se mahdollistaisi vaikkapa henkilöresurssien optimaalisen jakamisen yritysten välillä.

Keskeinen näkökulma alustan toiminnassa on vastuullinen kestävä kehitys sekä siihen liittyvä data. Sen ja tekoälyn avulla kerromme asiakkaille ja heidän asiakkailleen, kuinka energiatehokkaita metsäkoneet ovat ja kuinka ympäristöystävällistä toiminta on. Asiakas saa alustamme kautta suoraan luettavaksi esimerkiksi tuotteen kierrätys- ja ilmastodatan. Data kulkee joka suuntaan (arvo)verkossa, eli se on kaikkien jäsentemme käytettävissä. Yhden firman hartiat eivät olisi riittäneet tällaisen tekemiseen, ja siksi alun perinkin perustimme Oy Data-alusta Ab:n tukemaan koko toimialaa.”

3.3 Ohjelman tavoitteet (objectives) ja alustavat avaintulokset (key results)

Tekoälyaika 4.0 -ohjelman ohjaamisessa sovelletaan OKR-mallin⁵⁹ (*Objectives and Key Results*) mukaista tavoitejohtamisen viitekehystä: ohjelman johtamisjärjestelmä perustuu tavoitteisiin (*objectives*) ja avaintuloksiin (*key results*). Ohjelmalle asetettujen laadullisten tavoitteiden toteutumista edistävät määrälliset avaintulokset, jotka mittaavat tasapainoisesti sekä panostuksia että lopputuloksia. Keinot ohjelman päätavoitteisiin pääsemiseksi sekä niiden saavuttamista palvelevat mittarit määritellään tarkemmin tämän raportin pohjalta temaattisesti erikoistuneissa alatyöryhmissä.

Taulukko 4. Tekoäly 4.0 -ohjelma tavoitteet ja avaintulokset

Tavoitteet (O) ja avaintulokset (KR)

01:	NOSTAMME PK-YRITYSTEN KÄRKIJOUKON TEOLLISEN DIGITALISAATION GLOBAALIIN KÄRKEEN
KR1.1:	Yhteistyö kasvaa sekä pk-yritysten kesken että suuryritysten ja tutkimuslaitosten kanssa
KR 1.2	Kokeilukulttuuri edistyy ja kokeiluympäristöjen käyttö yleistyy
KR 1.3	Osaaminen kehittyy kokemuksien jakamalla, teknologiaa tolkkulistamalla ja tehokkailla jatkuvan oppimisen toimilla
02	KASVATAMME SUOMEN VAIKUTTAVUUTTA EU:N TEKÖÄLY-, DATA- JA TEOLLISUUSSTRATEGIOIDEN TOTEUTTAMISESSA
KR 2.1	Otamme veturiroolin valituissa teemoissa, arvoverkkoissa tai klustereissa
KR 2.2	Vahvistamme ja monipuolistamme verkostoja
KR 2.3	Lisäämme EU-yhteistyön tavoitteellisuutta ja positiivista vaikuttavuutta
03	VAHVISTAMME TEKÖÄLYJOHTAJUUTTA INVESTOIMALLA KOHDENNETUSTI KÄRKITEKNOLOGIOIDEN KÄYTTÖÖNOTTOON
KR 3.1	Tekoälyn soveltaminen teollisuudessa lisääntyy
KR 3.2.	Teollisuuden datatalous ja datapohjainen arvonluonti yleistyy
KR 3.3.	Suurteholaskennan hyödyntäminen teollisuudessa lisääntyy
KR 3.4.	Teknologiseen huippuosaamiseen perustuva startup-toiminta lisääntyy
04	EDISTYNEET DIGITEKNOLOGIAT PALVELEVAT KESTÄVÄN KEHITYKSEN TAVOITTEITA JA SIIRTYMÄÄ KOHTI HIILINEUTRAALIA SUOMEA 2035
KR 4.1	Datalähtöinen kiertotalous edistää ympäristöllisesti kestävästä liiketoimintaa
KR 4.2	Vihreä ja eettinen digitalisaatio ovat merkittävä vientivaltti Suomelle

59 Niven, Paul & Lamorte. Objectives and Key Results : Driving Focus, Alignment, and Engagement with OKRs, John Wiley & Sons, Incorporated, 2016. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/detail.action?docID=4688970>. Viitattu: 13.4.2021

01: Nostamme pk-yritysten kärkijoukon teollisen digitalisaation globaaliin kärkeen

Yritysten liiketoiminnan digitalisaatio on vauhdikkainta maailmanlaajuisesti kilpailukykyisissä kärkiyrityksissä. Näitä on kuitenkin Suomen yrityskannasta korkeintaan noin 10 %. Kärkiyritysten joukossa suuret yritykset ovat vahvasti edustettuna ja pk-yritykset aliedustettuna. Kärkiyrityksillä on hyvät digitalisaation kehittämisen ja käyttöönoton kyvykkyydet ja investointikyky. Ne hyödyntävät monipuolisesti TKI-politiikan mahdollisuuksia ja tukea. Kuitenkin erityisesti pk-yritysten joukossa on runsaasti kehityskykyisiä ja -haluisia yrityksiä, joilla olisi edellytykset nousta kärkeen digitaalisessa uudistumisessa. Tämän kohde-ryhmän, eli ns. toisen digidesiilin, nostaminen kärkiyritysten rinnalle kestävän digitalisaation globaaliin eturiviin on ohjelman keskeinen tavoite.

Avaintulokset tavoitteen saavuttamiseksi ovat:

1. *Yhteistyö kasvaa sekä pk-yritysten kesken että suuryritysten ja tutkimuslaitosten kanssa*
2. *Kokeilukulttuuri edistyy ja kokeiluympäristöjen käyttö yleistyy*
3. *Osaaminen kehittyy kokemuksilla jakamalla, teknologiaa tolkullistamalla ja tehokkailla jatkuvan oppimisen toimilla*

KR1.1 Yhteistyö kasvaa sekä pk-yritysten kesken että suuryritysten ja tutkimuslaitosten kanssa

Yritysten itse kehittämät innovatiiviset uudet tuotteet, palvelut ja liiketoiminnalliset toimintatavat ovat kestävän talouskasvun tärkein lähde. Pelkkä olemassa olevien tuotteiden ja palveluiden parantelu ja kustannuskilpailukyvyyn kehittäminen harvoin riittävät kasvun moottoreiksi. Talouskasvun ytimessä ovat kokonaan uudet ideat ja niistä jalostetut innovaatiot, joiden avulla samoista tuotannontekijöistä saadaan luotua asiakkaiden kannalta entistä arvokkaampia tuotteita.

Oikean ratkaisun löytäminen on usein merkittävä hidaste uusien tuotannollisten tai tuote- ja palveluinnovaatioiden synnyssä. Asiakkaiden toiveet toimivat harvoin alkusysäyksenä digitalisaatioprojekteille. Sen sijaan erilaiset seminaarit, vertaisoppiminen ja muiden yrittäjien kokemukset ovat erityisen tärkeitä uudistumisessa ja investointipäätösten tekemisessä. Yritykset kaipaavat vertaistukea ja konkreettisia suunnannäyttäjiä ja kuuntelevat toisia yrityksiä. Siksi menestystarinoiden esiin nostaminen on tärkeää. Tämän vuoksi pk-yritysten keskinäistä sekä pienten ja isojen yritysten yhteydenpitoa pidetään hyvin tärkeänä digitalisaation leviämistä edistävänä tekijänä.

Pk-yritykset saavat paljon arvokasta kokemusta, tietoa ja liiketoimintamahdollisuuksia suuryritysten ja tutkimuslaitosten kanssa tehdystä yhteistyöstä. Suuryritysten toteuttamissa avoimissa innovaatiotyöpajoissa ja open innovation -hankkeissa pienet yritykset pääsevät ratkomaan suuryritysten esittämiä käytännön haasteita ja sen lomassa oppimaan

toisiltaan. Yritysten ja tutkimuslaitosten välisissä T&K-hankkeissa voidaan myös vauhdittaa digitalisaatiota yhteiskehittämisen avulla: tutkimuslaitokset ja digitaalisten palvelujen tarjoajat ratkaisevat loppukäyttäjien digitalisaatiohaasteita, löytävät uusia kumppaneita ja asiakkaita ja kaikki ekosysteemin toimijat oppivat. Lisäksi yritysten yhteistyö korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa vauhdittaa uusien teknologioiden kehittämistä ja niihin liittyvien ongelmien ratkaisua ja siten auttaa täysimittaisten hyötyjen realisoimisessa.

Ohjelman suosittelemia alustavia toimenpiteitä ovat seuraavat:

1. Suomeen syntyy erityisesti pk-yrityksiä hyödyttäviä kehittämisen ja innovoinnin yhteistyöverkostoja digitaalisten innovaatiohubien (European Digital Innovation Hubs, EDIH) välityksellä. Suomeen tavoitellaan neljän innovaatiohubin synnyttämistä strategisesti valituille liiketoiminnallisen kasvun painopistealueille.
2. Tiedon laajamittaisessa hyödyntämisessä on teollisuudelle merkittävä kasvupotentiaali. Kyse on sekä myytäviin tuotteisiin ja palveluihin liittyvistä lisäarvoa tuottavista ominaisuuksista että yrityksen sisäistä tehokkuutta ja ympäristökestävyyttä edistävästä hyödyntämistavoista. Tämän yrityskehittämisen lisäksi merkittävän kasvupotentiaalini muodostavat myös digitaalisille alustoille rakentuva verkostopohjainen yhteistyö, kaupankäynti ja kumppanuussuhteet. Tästä syystä tavoitteeksi on syytä asettaa pk-yritysten merkittävä (yli 1000 pk-yritystä vuodessa) osallistuminen datapohjaisen liiketoiminnan kehittämiseen.
3. Pk-yrityksiä osallistavien yhteistyöhankkeiden merkittävä (yli 30 % vuoden 2020 tasosta) lisääntyminen on yksi keskeinen tavoite. Tässä yhteydessä hankkeella tarkoitetaan niin yritysten välisiä suorita ja vapaamuotoisia kehityshankkeita kuin erilaisissa formaaleissa viitekehysissä tapahtuva yhteistyö tai EU:n tai Business Finlandin rahoittamat ekosysteemiset yhteistyöhankkeet. Erityisesti pk-yrityksiä kuitenkin halutaan kannustaa keskinäiseen yhteistyöhön ja toisiaan hyödyttävään tiedonvaihtoon.

KR 1.2 Kokeilukulttuuri edistyy ja kokeiluympäristöjen käyttö yleistyy

Kaksoisiirtymässä edistyminen edellyttää erilaisten liiketoiminnan kasvua tukevien uusien teknologioiden ja toimintamallien kehittämistä ja käyttöönottoa. Yksittäisiin teknologioihin, kuten 5G-verkkoon tai tekoälyllä ohjattuun teollisuusautomaatioon, ei käytännössä investoida ilman, että ne ovat osa laajempaa liiketoimintaa edistävää kokonaisratkaisua. Tämä muodostuu usein ongelmaksi, koska uutta teknologiaa pitäisi päästä testaamaan tuotannossa ennen sen käyttöönottoa. Tuotannossa voidaan kuitenkin vain harvoin pitää kokeilujen vaatimia taukoja, ja sen vuoksi nopeiden kokeilujen toteuttamiseksi tarvitaan todellisia tuotantoympäristöjä vastaavia kehittämis- ja kokeiluympäristöjä. Nämä samat ympäristöt voivat toimia myös yhteiskehittämisen alustoina. Erilaisten hubien,

testbedien ja innovaatioalustojen toiminnan koordinointi ja niissä saatujen oppien kokoaminen ja skaalaaminen on ensiarvoisen tärkeää. Tämän tyyppisen toiminnan laajuudessa ei ole syytä pidättäytyä kansallisissa rajoissa, vaan toimintaa pitäisi kehittää vähintäänkin koko EU:n laajuiseksi.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. Uusien teollista digitalisaatiota edistävien testiympäristöjen synnyttäminen. Erilaisia testiympäristöjä halutaan synnyttää keskeisten liiketoiminnan uudistumista edistävien teemojen ympärille, joita ovat esimerkiksi tekoälyn ja tiedon hyödyntäminen teollisessa valmistuksessa sekä ainetta lisäävä valmistaminen ja siihen perustuvan liiketoiminnan uudistaminen. Tavoitteeksi asetetaan avointen testiympäristöjen lukumäärän kasvu vähintään 20 %:lla vuoden 2020 tasosta.
2. Testiympäristöjen käyttöasteen merkittävä kasvu. Testiympäristöjä hyödyntävien innovaatiohankkeiden ja yritysten lukumäärä kasvaa merkittävästi (yli 30 %:n kasvu testiympäristökohtaisesti).
3. Edistetään kokeilukulttuurin juurtumista yritysten sisäisiin toimintatapoihin ja koko yrityskulttuuriin. Kaikki kokeilut eivät välttämättä tarvitse ulkoista testiympäristöä. Ne voivat hyvin olla toteutettavissa läheisessä yhteistyössä toimittajan tai asiakkaan kanssa yllä kuvatuissa avoimissa tai yhteistyössä luoduissa ympäristöissä.

KR 1.3 Osaaminen kehittyy kokemuksiä jakamalla, teknologiaa tolkullistamalla ja tehokkailla jatkuvan oppimisen toimilla

Vaikka erilaisia mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämiseen on paljon ja erilaisia ratkaisuitakin olisi helposti saatavilla, syy varautuneisuuteen tarjolla olevien mahdollisuuksien hyödyntämistä kohtaan ei välttämättä ole taloudellinen. Ydinsyy hitauteen uuden teknologian kehittämisessä ja käyttöönotossa saattaa piillä siinä, että yrityksissä ei aina osata täysin hahmottaa sitä, miten uudella teknologialla, kuten tekoälyllä tai tiedolla, pystytään luomaan merkittävää liiketoiminnallista arvoa omassa liiketoiminnassa. Tästä syystä kokeuksien ja toimivien käytäntöjen jakamisen edistäminen on myös keskeisessä asemassa. Ennen kaikkea suuryrityksiltä ja edistyneiltä pk-yrityksiltä toivotaan avoimuutta saavutuksista ja hyviksi havaituista käytännöistä. Voidaan olettaa, että tiedon ja käytäntöjen jakaminen yli teollisten toimialojen on erityisen tehokas tapa edistää ja kiihdyttää teollista uudistumista yleisesti. Lisäksi yritysten henkilöstön osaamisen kehittämiseen, etenkin digikyvykkyyksiin, pitää kiinnittää huomiota. Proaktiivisuus sekä yhteiskunnan että yritysten tarjoamien osaamisen kehittämistoimien hyödyntämisessä ja yksilön omalähtöisen oppimisen mahdollisuuksien tukeminen kokonaisvaltaisesti on tavoiteltavaa.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. Avoimien teollista digitalisaatiota käsittelevien tapahtumien ja julkaisujen lisääminen ja niiden tehokkaampi jakelu.
2. Investointien lisääminen tekoälyn hyödyntämistä mahdollistavaan kyvykkyyteen luomalla ja vahvistamalla temaattisia ekosysteemejä (muun muassa robotiikka, tietoliikenneyhteydet ja laskentakapasiteetti, 3D-tulostus, digitaalinen kaksonen).
3. Valmistavan teollisuuden ammattilaisten jatkuvaa oppimista tukevan koulutustarjonnan vahvistaminen ja selkeyttäminen.
4. Työperäisen maahanmuuton edistäminen osana osaajapulan ratkaisemista.

02 Kasvatamme Suomen vaikuttavuutta EU:n tekoäly-, data- ja teollisuusstrategioiden toteuttamisessa

Suomella on globaalisti johtavia yrityksiä, huippuosaamista ja hyviä eurooppalaisia kumppanuuksia. Suomi voi auttaa EU:ta kehittymään ja käyttää eurooppalaista yhteistyötä globaalin tekoälyjohtajuuden tavoittelussa. Meiltä on kuitenkin puuttunut kokoava agenda, jonka avulla voisimme valita kansalliset panostuskohteet ja vahvistaa näkyvyyttä ja vaikuttavuutta Euroopassa ja kansainvälisesti. Lisäksi Suomen EU-toiminta on keskittynyt varsin pienelle määrälle yrityksiä ja julkisen sektorin toimijoita.

Tarvitsemme vahvempia verkostoja, vaikuttavampaa rahoitusta sekä yhteisesti valittuja teemoja, joissa pyrimme johtajan rooliin. Näiden avulla vahvistamme asemaamme Euroopan yhteisössä ja lisäämme yhteistyön vaikuttavuutta sekä menestystämme globaalissa kilpailussa.

Avaintulokset Suomen vaikuttavuuden kasvattamiseksi EU:n tekoäly-, data- ja teollisuusstrategioissa ovat:

1. *Otamme veturiroolin valituissa teemoissa, arvoverkoissa tai klustereissa*
2. *Vahvistamme ja monipuolistamme verkostoja*
3. *Lisäämme EU-yhteistyön tavoitteellisuutta ja positiivista vaikuttavuutta*

KR 2.1 Otamme veturiroolin valituissa teemoissa, arvoverkoissa tai klustereissa

Suomen on valittava globaali johtajuus tietyissä teemoissa ja hyödynnettävä EU-rakenteita vahvistamaan haluttua johtajuutta. Meidän on keskitettävä panostuksemme muutama teemaan, joissa meidän on mahdollista olla kärjessä.

Eurooppalaisessa yhteistyössä on parhaillaan käynnistymässä merkittäviä aloitteita liittyen datatalouteen, teollisuuden kriittisten arvoketjujen vahvistamiseen sekä tekoälyteknologioiden kehittämiseen. Huoli eurooppalaisen teollisuuden kilpailukyvystä ja epäreilusta globaalista kilpailusta on luonut tarpeen eurooppalaisille strategisesti tärkeille arvoketjuille (*Important Projects of Common European Interest, IPCEI⁶⁰*). IPCEI:t muodostavat tiiviin yritysten ja tutkimuslaitosten yhteistyöverkon, jossa yhteistyö tulee olemaan intensiivistä myös varsinaisen projektin jälkeen. On tärkeää saada valittuun kokonaisuuteen mukaan mahdollisimman monta suomalaista yritystä.

Ohjelman suositettavia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. **Suomi on kärkijoukossa Euroopan teollisten data-alustojen käyttöönnotossa.** Suomi ottaa johtavaa roolia GAIA-X- ja IDS-kehityksessä, standardoinnissa ja datanjaon toteuttamisessa erityisesti valmistavan teollisuuden ja kiertotalouden osalta. Syntyy yrityksille hyödyllisiä, kansainvälisesti urauurtavia esimerkkejä datan jakamisesta ja siihen perustuvasta teollisesta liiketoiminnasta.
2. **Konnektiviteettiteknologian johtajuus säilyy Suomella.** Eurooppalainen suvereniteetti tietoliikenteessä ja siihen kytkeytyvissä teknologioissa on keskeinen. Säilytetään Suomen johtoasema tulevaisuuden verkkoteknologioissa ja niiden teollisessa soveltamisessa ja varmistetaan suomalaisten toimenpiteiden synergia osana eurooppalaista yhteistyötä. Panostetaan tietoliikennealan eurooppalaisiin kumppanuuksiin ja strategiatyöhön.
3. **Suomi osallistuu mikroelektronikka- ja pilvi-IPCEI-hankkeisiin.** Suomen elinkeinoelämälle tärkeä tietoliikenneteknologia, Nokian markkina-asema sekä innovatiivinen mikroelektronikkasektori puoltavat osallistumista mikroelektronikan IPCEI-hankkeeseen (Connectivity and Microelectronics IPCEI). Suomella on hyvä mahdollisuus olla Euroopan johtavien mikroelektronikan kehittäjien ja valmistajien joukossa kasvavan yritysekosysteemin sekä vahvan tutkimus- ja innovaatio-osaamisen ansiosta (esimerkiksi SoC Hub, Printocent ja Micronova). Suunnitteilla on myös pilvipalvelu-IPCEI, jossa edistettävien tekoäly- ja ohjelmistopalveluiden- ja data-alustojen sovellukset ulottuvat valmistavan teollisuuden datankäytöstä kyberturvallisuuden ja suurteholaskennan kautta telekommunikaatioon.

60 IPCEI tarkoittaa ylikansallisia projekteja sektoreilla, jotka ovat EU:lle strategisesti tärkeitä ja joiden katsotaan olevan merkityksellisiä muun muassa EU:n taloudellisten, teollisuus- tai ilmastopoliittisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Esimerkiksi akkualan IPCEI-prosessien taustalla tavoitteena oli synnyttää Eurooppaan uusi teollisuudenalan. IPCEI-hankkeita koskee erillinen valtioneuvoston päätös, joka on kriteereiltään tavanomaista valtioneuvoston päätöstä kevyempi.

Suomen mittavat panostukset eurooppalaisessa yhteistyössä suurteholaskennassa ja kvanttiteknologiassa (EuroHPC)⁶¹ sekä data-alustojen kehittämisessä (muun muassa Gaia-X, IDS) puoltavat pilvipalvelu-IPCEI:hin osallistumista.

KR 2.2 Vahvistamme ja monipuolistamme verkostoja

Sekä kansainvälinen että eurooppalainen yhteistyö vaativat pitkäjänteisyyttä ja vahvoja verkostoja. Suomalaisia on jo monissa eurooppalaisissa verkostoissa, mutta verkostojen hyödyntämistä tulee parantaa. Samalla on otettava kantaa uusiin liittoumiin, jotka ovat keskeisiä tulevaisuuden kannalta.

Tekoäly 4.0 -ohjelma pyrkii vahvistamaan eurooppalaista tekoäly-yhteistyötä ja Suomen roolia yhteisössä. Pyrimme vaikuttamaan tekoälyä ja teollisuuden uudistumista käsitteleviin korkean tason työryhmiin ja strategioihin, jotka muodostavat pohjan nykyisen ja tulevan komission tekemille valinnoille. Lisäksi menemme vahvasti mukaan teollisuuden digitalisaation keskeisiin kumppanuuksiin, kuten Horisontti-ohjelman kumppanuudet (PPPs, public private partnerships), joiden avulla vaikutamme EU:n tulevien vuosien painotuksiin.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. **Suomeen perustetaan eurooppalaisen tekoälyn kumppanuusverkoston keskus.** Horisontti Euroopassa tekoälyn eurooppalaista ekosysteemiä vahvistetaan ELLIS-tutkimusverkoston kautta. ELLIS-verkoston tavoitteena on kilpailla maailman tekoälykeskusten kanssa, houkutella huippuosaajia ja luoda perusta eurooppalaisten arvojen mukaiselle tekoälyn kehittämiselle. Suomen tekoälykeskus (FCAI) on jo kansainvälisesti verkottunut ja mukana ELLIS-verkostossa, mutta tarvitsee lisäpanosta kansainvälisen vaikuttavuuden vahvistamiseksi. Tavoitteena on, että FCAI:n ympärille perustetaan ELLIS-instituutti yhtenä ensimmäisistä Euroopassa.
2. **Suomella on aktiivinen rooli keskeisissä teollisen digitalisaation vaikuttajaryhmissä.** Hyödynnetään Tekoäly 4.0 -ohjelmaa avaamaan ovia keskeisiin eurooppalaisiin tekoälyn vaikuttajaryhmiin. Tuetaan ja kasvatetaan laaja-alaisia mutta temaattisesti kohdennettuja "EU-lähettiläitä", joiden tehtävänä on edistää EU:hun suunnitelmia kansallisella mandaatilla.

61 CSC 2020: LUMI: yksi maailman tehokkaimmista supertietokoneista.
<https://www.csc.fi/lumi>

3. **Suomella on vahva rooli keskeisten EU-kumppanuuksien ytimessä.** Uudet Horisontti Eurooppa -kumppanuudet (PPP:t), kuten DAIRO (Data, Artificial Intelligence and Robotics), KDT (Key Digital Technologies), Smart Networks and Services (SNS), Photonics, HPC (High Performance Computing) ja MIE (Made In Europe), tarjoavat mahdollisuuden vaikuttamiseen ja verkostoitumiseen. Tuetaan kumppanuuksiin osallistumista ja rakennetaan mekanismit (esimerkiksi kotimaan tukiverkostot, tehostettu tiedotus, kansallinen kartta kumppanuuksista ja niihin osallistuvista), joiden avulla kumppanuuksien hyödyntämistä tehostetaan.

KR 2.3 Lisäämme EU-yhteistyön tavoitteellisuutta ja positiivista vaikuttavuutta

Tekoäly 4.0 -ohjelman myötävaikutuksella syntyy neljännen teollisen vallankumouksen kansallinen kokoava agenda, joka yhdistää pitkäjänteisesti liiketoiminnalliset, alueelliset ja tutkimuksen tavoitteet. Kokoavan agendan luomiseksi tarvitaan laajamittaista keskustelua teollisuuden eri alojen ja innovaatiopolitiikan toimijoiden kanssa. Tavoitteena on, että teollisuuden alat, liiketoimintaekosysteemit, tutkimusosapuolet ja edunvalvontajärjestöt voivat linkittää omat tiekarttansa ja toimenpideohjelmansa kansallisen agendan toteuttamiseen.

Kansallisen neljännen teollisen vallankumouksen agendan tulee vaikuttaa eurooppalaiseen ohjelmiin, suunnata Suomen omia resursseja ja parantaa Suomen asemaa eurooppalaisessa ja globaalissa yhteistyössä. Agendan avulla tuomme tunnetuksi suomalaista osaamista ja vaikutamme tuleviin painotuksiin.

Lisäksi kehitämme tapoja, joilla suomalaisten yritysten osallistumista eurooppalaiseen tutkimus- ja kehitystoimintaan helpotetaan, rahoituksen vaikuttavuutta parannetaan ja hakemusten hyväksymisen todennäköisyyttä nostetaan. Verkostoissa ja hankkeissa syntyvää tietoa ja tulosten skaalausta Suomessa vahvistetaan esimerkiksi kytkemällä alueellisen erikoistumisen suunnitelmat ja paikalliset ekosysteemit paremmin kansalliseen ja eurooppalaiseen viitekehykseen.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. Suomen neljännen teollisen vallankumouksen agenda on Euroopassa tunnistettu ja vaikuttaa agendassa valittuihin teemoihin. Agendan toteuttamiseen on sitoutunut laajasti suomalaisia toimijoita.
2. Yritysten saama EU-rahoitus kasvaa. Tavoitteena on, että veturiyritysten saama EU-rahoitus kasvaa 50 %. Lisäksi uusia pk-yrityksiä tulee EU-verkostojen piiriin ja rahoitus pk-yrityksille kasvaa.

3. Tutkimuksen ja yritysten yhteistyö EU-hankkeissa vahvistuu. Tutkimuslaitosten ja yliopistojen EU:n rahoittamissa yhteisprojekteissa valtaosassa on suomalainen yritys partnerina.
4. Alueelliset toimet, kuten Euroopan aluekehittämisrahaston (EAKR) tukea käyttävät hankkeet, kytkeytyvät voimakkaammin eurooppalaiseen yhteistyöhön.

03 Vahvistamme tekoälyjohtajuutta investoimalla kohdennetusti kärkiteknologioiden käyttöönottoon

Suomi on saavuttanut, osin Tekoälyaika-ohjelman tuloksena, tunnustetun aseman tekoälyn vahvana edistäjänä ja tekoälyosaamisen keskuksena. Kansainvälisissä vertailuissa Suomi luetaan globaalisti edistyneisiin tekoälymaihin ja Euroopan digitaalisesti edistyneiden maiden tekoälyjohtajiin⁶². Vahvuutenamme on erityisesti korkean profiilin tutkimusosaaminen ja koordinoitujen investointien, joissa julkiset panostukset ja aktiivinen tukipolitiikka ovat keskeisiä elementtejä.

Kasvat ja uudet innovatiiviset yritykset uudistavat toimialarakenteita, haastavat suuria yrityksiä uudistumaan sekä luovat malliesimerkkejä joustavasta, riskiä ottavasta, uutta teknologiaa soveltavasta ja kasvavasta yritystoiminnasta. Mitä enemmän kansantalous painottuu korkeaan osaamiseen perustuvaan innovatiiviseen yritystoimintaan, sitä tärkeämpiä uudet, kasvua hakevat yritykset ovat. Startupien merkitys kansantalouden kilpailukyvyyn ja innovatiivisuuden edistäjänä ja luovan tuhon mekanismin vahvistajana on tärkeä.

Kun tekoälyyn kohdistuvat investoinnit kasvavat maailmanlaajuisesti, johtajuuden ylläpitäminen ei ole mahdollista ilman jatkuvaa panostamista. Suomen ajatus- ja osaamisojohtajuuden rinnalle tulee rakentaa tekoälyn hyödyntämisen johtajuutta, jossa yritysten ja pääomasijoittajien investoinnit ovat keskeisiä.

Avaintulokset tekoälyjohtajuuden vahvistamiseksi ovat:

1. *Tekoälyn teollinen soveltaminen lisääntyy*
2. *Teollisuuden datatalous ja datapohjainen arvonaluonti yleistyy*
3. *Suurteholaskennan hyödyntäminen teollisuudessa lisääntyy*
4. *Teknologiseen huippuosaamiseen perustuva startup-toiminta lisääntyy*

62 McKinsey Digital 2020: How nine digital frontrunners can lead on AI in Europe. Harnessing the opportunity of artificial intelligence in Europe's digital frontrunners. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/how-nine-digital-front-runners-can-lead-on-ai-in-europe#>

KR 3.1 Tekoälyn soveltaminen teollisuudessa lisäänty

Tekoälyn hyödyntäminen yrityksissä edellyttää uusia digitaalisia järjestelmiä ja toimintaprosesseja, uuden sukupolven tietoliikenteen hyödyntämistä, digitaalisten suunnittelu- ja valmistusprosessien osaamista, datan tehokasta ja turvallista hyödyntämistä, datan jakamisen pelisääntöjä ja alustoja sekä uudenlaisen arvonaluonnin ja verkostoyhteistyön johtamisosaamista. Tarvitsemme toimintamalleja, jotka auttavat teollisten innovaatioiden synnyttämisessä ja niiden markkinoille pääsyssä entistä paremmin ja nopeammin. Tarvitaan ketterää kehitys- ja kokeilukulttuuria, joka luovasti kytkee tutkimusosapuolet ja yritykset toimimaan yhdessä tuloksekkaasti. Koska kyse on tyypillisesti useiden digiteknologioiden rinnakkaisesta ja systeemisestä hyödyntämisestä, investoinnit erilaisissa organisaatioissa tulee sovittaa yhteen. Investointipäätöksiin liittyviä riskejä voidaan pienentää muun muassa tarjoamalla tietoa, luomalla avoimia testaus- ja kokeiluympäristöjä sekä tarjoamalla rahallista tukea.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. *Vähintään yksi EU-verkostoon kuuluva tekoälyn testaus- ja kokeiluympäristö sijoittuu Suomeen.* Digitaalinen Eurooppa -ohjelmassa (DIGITAL) perustetaan tekoälyn testaus- ja kokeiluympäristöjä (Testing and Experimentation Facilities, TEFs) neljään vertikaaliin: valmistava teollisuus, älykäs kaupunki ja liikenne, terveys ja maatalous. Lisäksi tavoitteena on rakentaa horisontaalinen reunalaskentaan keskittynyt Edge AI TEF, joka tuottaa komponentteja ja ratkaisuja vertikaalisille testaus- ja kokeilupaikoille. Suomen tulee olla vahvasti mukana valituissa kokeiluympäristöissä.
2. *Business Finlandin ja Suomen Akatemian tekoälyn kehittämiseen kohdistuvan tuen kasvattamista jatketaan.* Lisätään panostusta tekoälyn innovaatioekosysteemeihin ja kunnianhimoisiin TKI-hankkeisiin. AI Business Finland -ohjelma on rahoittanut 264 tekoälyyn liittyvää hanketta yhteensä 112 miljoonalla eurolla. Merkittävää on ollut myös Suomen Akatemian FCAI-lippulaiva- ja muu tutkimusrahoitus. Toimet panostusten pitämiseksi kasvu-uralla voivat koostua uusista dedikoiduista ohjelmista, aiempien ohjelmien jatkamisesta tai tekoälyteeman sijoittamisesta muihin ohjelmakokonaisuuksiin.
3. *Tekoälyn hyödyntämiseen automaatioissa, robotiikassa ja vientituotteissa panostetaan aiempaa enemmän.* Teollisessa toiminnassa automaatio ja robotiikka ovat merkittäviä tekoälyn hyödyntäjiä. Tekoäly mahdollistaa monikäyttöiset, itsenäisesti ja ihmisten kanssa vuorovaikutteisesti toimivat robotit, joiden opettaminen erilaisiin tehtäviin helpottuu ja nopeutuu. Koneoppimisen avulla tuotantoa ja kunnossapitoa voidaan optimoida ja tehostaa siten, että järjestelmien energiatehokkuus kasvaa, häiriöt vähenevät ja hiilijalanjälki pienenee. Toisaalta tekoälyn soveltaminen vientituotteissa (esimerkiksi työkonet) luovat ylivoimaista kilpailuetua. Tekoälyn käytön

lisääminen vaatii paitsi lisää tutkimusta, myös investointeja ja käyttöönoton helpottamiseen tähtäviä toimia. Näitä ovat esimerkiksi hyvien esimerkkien jakaminen, testiympäristöjen ja markkinapaikkojen hyödyntäminen sekä pienten ja suurten yritysten yhteiskehittämisen tukeminen.

4. *5G-testiverkko päivitetään ja sen hyödyntämistä yritysten kokeiluhankkeisiin lisätään 30 %.* Suomen 5G-testiverkko (5GTNF) on usean eri toimijan operoimista T&K-ympäristöistä muodostuva langattoman tietoliikenteen kokeiluympäristö, joka mahdollistaa tekoälyä ja tietoliikennettä yhdistävien sovellusten kehittämisen. Kokeiluympäristöä tulee kehittää huomioiden 5G-tekniikan seuraavat vaiheet ja 6G-tekniikan alkava standardoituminen. Samalla tulee uudistaa TNF-toimintamallia ja palvelutarjontaa.

KR 3.2. Teollisuuden datatalous ja datapohjainen arvonluonti yleistyy

Tekoälysovellusten kehittämisen tärkeänä kannustimena on mahdollisuus datapohjaiseen arvonluontiin ja liiketoimintaan. Datatalouden edistymisen keskeisiä esteitä ovat datan saatavuus, laatu ja yhteen toimivuus.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. *Käynnistetään vuositasolla 10 merkittävää kotimaista teollista data-avaruutta⁶³ kehittävää hanketta ja 10 merkittävää teollisuuden datatalouden EU-hanketta.* EU:n datastrategiassa tähdätään toimialakohtaisten, mutta keskenään yhteen toimivien data-avaruuksien luomiseen. Data-avaruuksien kehittäminen edellyttää mahdollistavan alustatekniikan ja sovellusten rinnakkaista kehittämistä eri toimijoiden muodostamassa ekosysteemissä. Merkittävät hankkeet ovat useamman miljoonan euron kokonaisuuksia ja yritysten rooli niissä on keskeinen.
2. *Luodaan ja kokeillaan teollisuuden datakiihdyttämön toimintamalli.* Tekoälyaika-ohjelmassa kokeiltiin yritysten fasilitoitua vertaisoppimista hyödyntävää tekoälykiihdyttämö -toimintamallia. Kokeilun tulokset olivat hyviä, ja kiihdyttämön toiminta on jatkunut hankerahoituksen jälkeen. Tätä menestyksellistä toimintatapaa voitaisiin soveltaa myös valmistavan teollisuuden datatalouden vauhdittamiseen. Kiihdyttämötoiminta auttaisi yrityksiä kartoittamaan ja ottamaan erillisissä järjestelmissä tai niiden osissa olevan datan tehokkaaseen käyttöön. Kiihdyttämötyöskentelyn

⁶³ Data-avaruus on loogisesti määritelty ja rajattu kokonaisuus, jossa on yhteiset periaatteet ja pelisäännöt datan käsittelylle. Data-avaruus lisää yhteentoimivuutta ja tukea datan jakamiseen ja hyödyntämiseen perustuvien uusien palveluiden ja innovaatioiden syntyä.

tuloksena yritysten kyky edetä datataloudessa ja hyödyntää tarjolla olevien datatalouden kehittämismahdollisuuksia paranee ja datatalouteen osallistuminen monipuolistuu ja laajenee.

3. *Suomen GAIA-X hubin toimintaa vahvistetaan ja siinä toimii vähintään 100 yritystä.* GAIA-X on EU:n tekoäly- ja datastrategiaa sekä strategista autonomiaa vahvistava aloite, jonka tavoitteena on luoda yhteiseurooppalainen pilvipalveluympäristö ja data-avaruuksien infrastruktuuri. GAIA-X:n kehitystä suunnataan yritys-lähtöisten käytötapausten pohjalta ja sitä rahoitetaan kansallisista ja EU-lähteistä. Suomen GAIA-X-hub, jonka valmistelijana ja operaattorina toimii Sitra, edistää suomalaisten käytötapausten hyödyntämistä ja suomalaisen teknologian käyttöönottoa GAIA-X-arkkitehtuurissa. Suomessa GAIA-X:n ympärille on rakentumassa hubin kokoamia yritys-konsortioita ainakin viiden eri toimialan ympärille. Konsortiot muodostavat lähtökohdan data-avaruuksia kehittäville merkittävälle investoinneille ja TKI-hankkeille. Niihin tulisi sisältyä sekä suuria yrityksiä, pk-yrityksiä että teknologia-startupeja.

KR 3.3. Suurteholaskennan hyödyntäminen teollisuudessa lisäänty

Vaativien tekoälysovellusten tehokas kehittäminen ja käyttö edellyttää suurta laskenta-kapasiteettia, jonka kustannukset voivat olla merkittäviä. Nopeasti kehittyvä kvantti-laskenta avaa kokonaan uusia mahdollisuuksia tekoälyn hyödyntämiselle entistä vaativimissa sovelluksissa.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. *EURO-HPC:n yritys-käyttäjämäärän kasvattaminen 100 %:lla vuosittain.* Kajaanissa sijaitsee yksi Euroopan suurteholaskentaverkosto EuroHPC:n supertietokoneista, jonka tarjoamia palveluja uusi Lumi-tietokone edelleen vahvistaa. Suomalaisten yritysten, erityisesti pk-yritysten, kyky hyödyntää tarjolla olevia suurteholaskentaresursseja on ollut vaatimaton. Yritysten aktivoimiseksi ja EuroHPC:n käytön lisäämiseksi AI Business Finland -ohjelma tarjoaa AI-laskentatukea⁶⁴.
2. *Kvanttihaasteen toteuttaminen ja ainakin 100 yrityksen osallistuminen haastekampanjaan.* Suomen tavoitteena on olla yksi EU:n keskeisistä kvanttilaskennan osaamiskeskuksista ja alan houkutteleva investointiympäristö. Tähän pääsemiseksi VTT rakentaa vuoteen 2025

64 Tukea voidaan myöntää yrityksen merkittävälle laskentaintensiivisille tekoälytutkimusprojekteille, joissa laskentakustannukset ylittävät 20 000 € ja joille haetaan tai joille on jo aikaisemmin myönnetty Business Finlandin TKI-rahoitusta.

mennessä kvanttietokoneen yhteistyössä suomalaisen kvanttilaskenta-startupin IQM:n kanssa. Kvanttitietokoneella vahvistetaan merkittävästi alan kotimaista osaamista ja ekosysteemiä. Kvanttilaskennan odotetaan mullistavan tulevaisuuden tietojenkäsittelyn, mutta toistaiseksi yritysten tietoisuus konkreettisista käyttötapauksista ja -mahdollisuuksista on vähäistä. Tekoälyaika-ohjelmassa toteutetun tekoälyn etiikka -haasteen esimerkin mukaisesti ja Tekoäly 4.0 -ohjelman haastekampanjan avulla suomalaiset yritykset kytketään mukaan uuden teknologian kehittämiseen ja vahvistetaan teknologiakehityksen yritysälähtöisyyttä. Kattava ja monipuolinen yritysosallistuminen uuden teknologian käyttökäskenaarioiden luomiseen lisää kehittämissyhteistyötä ja vahvistaa positiivista maakuva.

3. *Kvanttitekniologioiden yhteiskäyttöympäristön synnyttäminen.*

Kvanttitietokoneita sekä kvanttilaskennan resursseja ja ympäristöjä kehitetään useissa eri hankkeissa Euroopassa ja globaalisti. Supertietokoneet, kuten EuroHPC, ovat lähivuosina keskeisiä kvanttilaskennan kehittämiss- ja kokeiluympäristöjä. Kehityksen vauhdittamiseksi ja laajentamiseksi tulisi luoda yhteiskäyttöinen, eri resursseja internetin yli yhdistävä ympäristö. Tässä ympäristössä suomalaiset toimijat voivat olla osaamisellaan ja resursseillaan keskeisesti mukana.

KR 3.4. Teknologiseen huippuosaamiseen perustuva startup-toiminta lisäänty

Yrittäjä/startup-ekosysteemien ja innovaatioekosysteemien rajapinnat ovat haasteellisia taitekohtia innovaatioprosessissa. Innovaatioekosysteemi keskittyy uuden tiedon ja keksintöjen luomiseen. Niihin liittyviin verkostoihin kuuluu yleensä yliopistoja, tutkimuslaitoksia ja yrityksiä. Menestyvässä innovaatioekosysteemissä yhdistyy globaalisti arvostettu erityisosaaminen ja siihen perustuva yritystoiminta.⁶⁵

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. *Kartoitetaan digitalisaation teolliseen soveltamiseen erikoistunut kotimainen ja kansainvälinen yrityshautomotoiminta ja kestävyttä edistävä VC-rahoitus.* Esihautomotot ja varhaisen vaiheen yrittäjyysohjelmat ovat tyypillisesti yliopistojen, korkeakoulujen tai muiden oppilaitosten toteuttamia. Hautomotoiminta keskittyy kasvupotentiaalini omaaviin, alkuvaiheen ja varhaisen vaiheen yrityksiin, joille tarjotaan keskitetysti

65 TEM: Hautomotot ja kiihdyttämöt suomalaisissa innovaatioekosysteemeissä 2019: FINAC 2019: Terveys- ja hyvinvointisektorin innovaatiotoiminnan kehittämistyöpaja: Hautomoiden ja kiihdyttämöiden rooli innovaatioekosysteemissä. Työ- ja elinkeinoministeriö 11.2.2019. <https://finac.fi/wp-content/uploads/2019/02/Marit-esitys-11022019-jakoon.pdf>

tietotaitoa, osaamista, verkostoja sekä rahoitusta.⁶⁶ Uusissa kiihdyttämöiden toimintamalleissa hyödynnetään suurten yritysten kasvavaa kiinnostusta startup-yhteistyöhön. Digitalisaation teollisen soveltamisen ympärille keskittyvän tietotaidon ja osaamisen sekä startup-yrittäjyyden tilannekartoitus antaa tietopohjaa tarvittaville tuki- ja kehittämistoimille.

2. *Rakennetaan tiiviimpää yhteistyötä tutkimuksen, startup-toiminnan ja teollisuuden välille.* Kasvukiihdyttämöiden osalta on tehtävä valintoja: fokuoitava ja resursoitava toimintaa niille alueille, joissa Suomesta on löydettävissä kilpailuetua globaalisti. Lisäksi on rakennettava tiiviimpi yhteistyö tutkimuksen, startup-toiminnan ja teollisuuden välille. Perustamisvaiheen jälkeen hyödynnettävien kasvukiihdyttämöiden tulisi olla pääsääntöisesti sektorikohtaisia tai näitä vastaavia.⁶⁷ Yritysten näkökulmasta kasvun tukeminen on parhaimmillaan kustannustehokas kokonaispalveluprosessi, vaikka tuottajina olisi useampi taho.

04 Edistyneet digiteknologiat palvelevat kestäväen kehityksen tavoitteita ja siirtymää kohti hiilineutraalia Suomea 2035

Marinin hallitusohjelman tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta. Tämä edellyttää nopeutettuja päästövähennyksiä kaikilla sektoreilla sekä hiilinielujen vahvistamista.

Käynnissä on markkinoiden uusjako, jossa vahvoilla ovat ne yritykset, jotka ovat etukenossa siirtyneet kestäväen valmistukseen ja liiketoimintaan. Markkinavetoinen muutos perustuu usein enemmän kuluttajakäyttäytymisen muutokseen kuin regulaatioon. Kuluttajat vaativat jatkuvasti enemmän vastuullisuutta ja kestävyttä, ja he ovat tuomassa muutosta myös b-to-b-liiketoimintaan.

66 TEM: Hautomot ja kiihdyttämöt suomalaisissa innovaatioekosysteemeissä 2019: FINAC 2019: Terveys- ja hyvinvointisektorin innovaatiotoiminnan kehittämistyöpaja: Hautomoiden ja kiihdyttämöiden rooli innovaatioekosysteemeissä. Työ- ja elinkeinoministeriö 11.2.2019. <https://finac.fi/wp-content/uploads/2019/02/Marit-esitys-11022019-jakoon.pdf>

67 TEM: Hautomot ja kiihdyttämöt suomalaisissa innovaatioekosysteemeissä 2019: FINAC 2019: Terveys- ja hyvinvointisektorin innovaatiotoiminnan kehittämistyöpaja: Hautomoiden ja kiihdyttämöiden rooli innovaatioekosysteemeissä. Työ- ja elinkeinoministeriö 11.2.2019. <https://finac.fi/wp-content/uploads/2019/02/Marit-esitys-11022019-jakoon.pdf>

Suomalaisilla yrityksillä on paljon kestäväen kehityksen liiketoimintamahdollisuuksia. Esimerkiksi metsäteollisuus, kemianteollisuus ja teknologiateollisuus ovat tehneet tiekarttoja (esimerkkinä Teknologiateollisuus⁶⁸), joiden avulla yritykset pystyvät vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä merkittävästi ja tarjoamaan samalla Suomelle vientipotentialiaa kymmenien miljardien arvosta. Yhä useammat yritykset perustavat strategiansa kestäväen kehityksen varaan. Monia suomalaisia vientituotteita ja -palveluja voidaan pitää esimerkillisinä hiilikädenjäljen⁶⁹ avulla mitattuna, kun yritykset tuottavat tuotteita, jotka auttavat asiakkaita pienentämään omaa hiilijalanjälkeään ja muuta ympäristökuormitusta. Myös monissa pk-yrityksissä vihreä siirtymä nähdään liiketoiminnallisena mahdollisuutena⁷⁰

Digitalisaatio on usein edellytys kestäväen kehityksen ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseen, kiertotalouteen, resurssitehokkuuden kasvattamiseen ja ympäristönäkökulmien huomioimiseen. Esimerkiksi kiertotalouden edellyttämän jäljitettävyyden ja vaihdannan toteuttamisessa tarvitaan dataa ja tekoälyä. Digitalisaation vaikutukset ympäristöön eivät ole kuitenkaan yksinomaan positiivisia. Sen seurauksena voi syntyä myös uutta ympäristökuormitusta ja luonnonvarojen tuhlausta⁷¹.

Tekoäly 4.0 -ohjelmassa teollisuuden ilmastotavoitteita ja kiertotaloutta tarkastellaan digitalisaation, datan ja tekoälyn hyödyntämisen näkökulmasta. Muut tärkeät keinot vihreän siirtymän toteuttamiseksi, esimerkiksi energian tuotanto, on rajattu ohjelman ulkopuolelle. Kestäväen kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa eettisellä digitalisaatiolla on keskeinen rooli.

Ohjelmatavoitteen 4 saavuttaminen tukee ensisijaisesti kestäväen kehityksen tavoitteita 9 (Kestävä teollisuus, innovaatioita ja infrastruktuureja), 11 (Kestävä kaupungit ja yhteisöt) ja 13 (Ilmastotekoja). Toissijaisesti edistetään tavoitteita 7 (Edullista ja puhdasta energiaa), 12 (Vastuullista kuluttamista) sekä 14 ja 15 (Vedenalainen & maanpäällinen elämä).

Avaintulokset kestäväen kehityksen tavoitteiden vahvistamiseksi ovat:

1. *Datalähtöinen kiertotalous edistää ympäristöllisesti kestävää liiketoimintaa*
2. *Vihreä ja eettinen digitalisaatio ovat merkittävä vientivaltti Suomelle*

68 Teknologiateollisuus 2020: Teknologiateollisuuden vähähiilitiekartta: Ratkaisuja ilmastohaasteeseen. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/vaikutamme/kestava-kehitys/teknologiateollisuuden-vahahiilitiekartta-ratkaisuja-ilmastohaasteeseen>

69 Pelkonen, Jaana 2016: Hiilikädenjäljestä uuden kasvun kimmoke. Sitra 25.5.2016. <https://www.sitra.fi/uutiset/hiilikadenjaljesta-uuden-kasvun-kimmoke>

70 Kivikoski, Jouni - Kauppinen, Tatu 2021: Pk-yritysten opit digitalisaatiosta 2020: Miten digitalisointi on auttanut pk-yrityksiä menestymään? Priot Konsultointi Oy. https://www.yrittajat.fi/sites/default/files/tutkimus_pk_yritysten_digitalisaatiosta_2020.pdf

71 ICT-alan ilmasto- ja ympäristöstrategia. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-587-3>

KR 4.1 Datalähtöinen kiertotalous edistää ympäristöllisesti kestäväää liiketoimintaa

Tavoiteltava kaksoissiirtymä ja siihen liittyvä kiertotalous eivät toteudu ilman dataa ja sen jakamista eri alustojen välillä. Tekoälyn ja vastaavien edistyneiden laskentatekniologioiden toiminta vaatii laajoja ja laadukkaasti kuratoituja datamassoja, joiden yhdisteleminen mahdollistaa uudet innovaatiot. Datatalous on kiertotaloudelle enemmän kuin vain edistynyttä digitalisaatiota – se on toiminnan edellytys.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. *Syntyy uusia kiertotalouden data-alustoja sekä globaalisti kiinnostavia, datan jakamiseen perustuvia vihreän liiketoiminnan esimerkkejä.*
Suomalaisten data-avaruuksia kehittävät hankkeet (OK 3.2) palvelevat johdonmukaisesti ympäristöllisesti kestäväää liiketoimintaa.
2. *Profiloitumme vahvasti valmistavan teollisuuden kiertotalouden edistäjäksi.* Vahvistamme eurooppalaisten data-avaruuksien ja -alustojen kehitysyhteistyötä erityisesti kiertotalouden edistämiseksi. Osallistumme määrittelytyöhön ja varmistamme, että suomalaisten toimijoiden osaaminen, tuotteet ja datapohjainen liiketoiminta ovat yhteensopivia tulevaisuudessa vallitsevien vaatimusten kanssa. Luomme pelisääntöjä ja työkaluja kestävään datavetoisen liiketoiminnan rakentamiseen. Tuemme yhteisöjä ja kokeiluja, joissa datajako on reilua ja läpinäkyvää ja palvelee teollisuuden kestäväää kasvua.

KR 4.2 Vihreä ja eettinen digitalisaatio ovat merkittävä vientivaltti Suomelle

Olemme globaaleilla markkinoilla profiloituneet auttamaan asiakkaitamme toimimaan kestävästi ja vastuullisesti. Tavoitteena on hiilikädenjälkeä kasvattavien ratkaisujen ja niihin pohjautuvien uusien vientituotteiden ja -palvelujen kehittäminen.

Tekoälyn eettisyys, ja sen edistäminen nostettiin yhdeksi Tekoälyaika-ohjelman keskeisistä toimenpiteistä. Tekoäly 4.0 -ohjelma pyrkii myötävaikuttamaan liiketoiminnassa käytettävän datan eettisyyteen ja kestävyyttä edistävään datan käyttöön.

Ohjelman suosittamia toimenpiteitä ja tavoitteita ovat alustavasti seuraavat:

1. *Tunnistetaan ja tuetaan kasvukosysteemejä, jotka kehittävät tekoälyteknologioihin perustuvia globaalisti kilpailukykyisiä vientituotteita ja -palveluja, jotka auttavat asiakkaita pienentämään omaa hiilijalanjälkeään ja ympäristökuormitusta.*
2. *Panostetaan suomalaisten yritysten kanssa tuotteiden ja palvelujen hiilikädenjäljen arviointiin, kädenjalkiviestintään sekä arviointimenetelmän kehittämiseen.*

3. *Osallistutaan ja vaikutetaan eurooppalaiseen ja kansainväliseen tekoälyn lainsäädäntöön ja tutkimukseen* koskien tekoälyn eettistä ja tietoturvallista käyttöä.
4. *Edistetään ympäristöllisesti kestäväen tekoälyn* (niin sanottu Green AI) laskentaperiaatteiden ja teknologioiden käyttöönottoa tehokkuuskeskeisen tekoälyn (niin sanottu Red AI) sijaan.

4 Seuraavat askeleet

Tekoäly 4.0 -ohjelma on laaja-alainen, elinkeinoelämän systeemistä muutosta vauhdittava ohjelma, jossa tekoäly ja siihen kytkeytyvät muut edistyneet digiteknologiat ovat muutoksen välineitä. Vauhdittamalla näiden teknologioiden käyttöönottoa teollisessa liiketoiminnassa voidaan saavuttaa tärkeitä yhteiskunnallisia tavoitteita, jotka koskevat vihreää ja digitaalista siirtymää, covid-19-pandemian jälkeistä toipumista sekä yritysten kilpailukykyä, tuottavuuden kasvua ja työllistämisen edellytyksiä muuttuvassa maailmassa.

Ohjelman visio globaalista johtajuudesta teollisen liiketoiminnan kestävässä digitalisaatiossa on erittäin kunnianhimoinen. Asetetut tavoitteet ovat haastavia, ja niihin johtavat avaintulokset ovat vaativia toteuttaa. Selvää on, että ohjelman kolmen toteuttamisvuoden (2021–2023) aikana haluttu muutos voidaan kyllä saada liikkeelle, mutta toiminnan lopulliset vaikutukset nähdään 5–10 vuoden aikajänteellä.

Tekoäly 4.0 -ohjelma ei tähtää tavoitteisiinsa yksin. Tavoitellun muutoksen aikaansaamiseksi tarvitaan paitsi paljon konkreettista tekemistä ja pitkäjänteistä yhteen hiileen puhaltamista, myös samansuuntaisten muutoshankkeiden ja -toimenpiteiden orkestrointia sekä yhteisen tiedon, näkyvyyden ja tietoisuuden luomista. Tekoäly 4.0 -ohjelman tavoitteiden ja avaintulosten toteutuminen onkin ennen kaikkea erinomaisen yhteistyön tulos.

Strategian ja politiikkasuunnittelun tasolla tarvitaan tavoitteiden yhteensovittamista Tekoäly 4.0 -ohjelman ja muiden, erityisesti Sanna Marinin hallitusohjelmaa toteuttavien ja covid-19-kriisin jälkeistä toipumista edistävien politiikkaohjelmien välillä. Keskeisimpiä näistä ovat Suomen kestävä kasvun ohjelma, uudistuvan teollisuuden strategia, kiertotalousohjelma, TKI-tiekartta ja yritysstrategia. Lisäksi selkeitä synergioita on tunnistettu Suomen teknologiapolitiikkaa koskevan valmistelun ja seurannan sekä useiden toimialakohtaisten kehittämisstrategioiden ja tiekarttojen kanssa. Ministeriöiden välinen yhteistyö eri foorumeilla, erityisesti TEM:n, LVM:n, OKM:n, VM:n ja YM:n kesken, on tärkeää. EU-tason politiikkalinjauksista tärkeimmät synergiat ja yhteistyötarpeet liittyvät Euroopan digitaalinen vuosikymmen -aloitteeseen ja digitaaliseen kompassiin sekä kaksoissiirtymää vauhdittaviin teollisuus-, tekoäly- ja datastrategioihin. Tästä yhteistyöstä vastaa ohjausryhmä, erityisesti sen puheenjohtajisto sekä ohjelman sihteeristö.

Tekoäly 4.0 -ohjelman myötävaikutuksella syntyy neljännen teollisen vallankumouksen kansallinen kokoava agenda, joka vaikuttaa niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin. Tavoitteena on, että teollisuuden alat, liiketoimintaekosysteemit, yritykset, tutkimuslaitokset ja korkeakoulut, alueet ja edunvalvontajärjestöt voivat linkittää omat tiekarttansa ja toimenpideohjelmansa kansallisen agendan toteuttamiseen.

Toimeenpanon tasolla keskeistä on monipuolisten ja kattavien verkostojen ja ekosysteemien kokoaminen toimenpidesuunnitelmien täsmentämiseen ja toteuttamiseen. Perustettavat alatyöryhmät varmistavat, että kestävä digitalisaation edistämiseksi teollisen liiketoiminnan piirissä muodostuu kansallinen verkostojen verkosto, joka mahdollistaa suositeltavien toimenpiteiden kokoamisen ja niiden hajautetun toimeenpanon verkostojen kautta. Yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten sekä julkisten organisaatioiden, kuten kaupunkien ja maakuntien muodostamalla, usein paikallisilla kehittämissyhteisöillä ja -hankkeilla on toteutuksessa ratkaiseva rooli. Alatyöryhmien puheenjohtajat, ryhmiin kuuluvat Tekoäly 4.0 -ohjausryhmän jäsenet ja sihteeristön edustajat toimivat tämän yhteistyön vastuuhenkilöinä.

Oleellinen osa ohjelman toimintaa on toimeenpanon tarvitseman rahoituksen ja investointien edistäminen. Keskeisiä rahoituslähteitä ja -kumppaneita toimenpiteille ovat Business Finland ja sen Quantum leap -missio, Suomen Akatemia, EU:n Horisontti Eurooppa – ja Digitaalinen Eurooppa -ohjelmat, SITRAn reilun datatalouden teema sekä erityisesti Suomen rakennerahasto -ohjelman 2021–2027 osalta ELY-keskukset ja maakuntien liitot. Ohjelmajohdoksen rahoituksen lisäksi TEM, VTT ja Business Finland investoivat ohjelman koordinaatioon ja toimeenpanoon omaa rahoitusta. Resursoinnin ja investointien edistämistä koordinoi TEM.

Seurannan ja vaikuttavuuden arvioinnin tasolla yhteistyö tarkoittaa teollisen liiketoiminnan digitalisaatiota koskevan tilannekuvan jatkuvaa päivittämistä. Ohjelmassa jatketaan kansallista yhteistyötä muun muassa Digibarometri-hankkeessa ja vahvistetaan tukea temaattiselle ja alueelliselle tilannekuvatyölle. VTT:n koordinoimana kootaan ohjelman tavoitteita koskevaa kansainvälistä vertailutietoa, minkä lisäksi osallistutaan DESI-indeksiin ja EU:n digitaalisen kompassin kehittämiseen yhteistyössä muiden ministeriöiden, valtioneuvoston kanslian ja EU-komission kanssa.

Yhdessä tekeminen on myös yhteistä näkyväksi tekemistä. Siksi viestinnällä, politiikka-toimien asiakaslähtöisyyden ja ymmärrettävyyden varmistamisella ja tiedolla johtamisella on keskeinen rooli ohjelman onnistumisessa. Viestintään panostetaan niin kotimaassa kuin kansainvälisesti.

Pöytä teollisen liiketoiminnan kestäväälle digitalisaatiolle ja tekoälyn hyödyntämisen seuraavalle vaiheelle on katettu. **On toimeenpanon aika.**

Lähteet

Ailisto, Heikki – Neuvonen, Anssi – Nyman, Henrik – Halén, Marco – Seppälä, Timo 2019: Tekoälyn kokonaiskuva ja kansallinen osaamiskartoitus -loppuraportti. Valtioneuvosto 2019. Selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 4/2019.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-632-4>

CSC 2020: LUMI: yksi maailman tehokkaimmista supertietokoneista.

<https://www.csc.fi/lumi>

Erkkilä, Merita – Mäntyniemi, Maaria 2020: Digiloikasta vauhtia uuteen kasvuun ja hyvinvointiin : Digitaaliset keinot koronaviruskriisin jälkihoidossa -työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:15.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-590-3>

Euroopan Komissio 2020: Euroopan datamarkkinatutkimus. <https://datalandscape.eu/>

Euroopan komissio (tulossa). Komission tiedonanto: Tekoälyn koordinoitun toimintasuunnitelman päivitys. Ilmestyy 21.04.2021

Euroopan Komissio 2018: Artificial Intelligence for Europe. COM(2018) 237 final.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN>

Euroopan Komissio 2018: Coordinated Plan on Artificial Intelligence. COM(2018) 795 final.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2018:795:FIN>

Euroopan komissio 2019: Euroopan digitaalista tulevaisuutta rakentamassa.

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_fi

Euroopan komissio 2019: Euroopan digitaalista tulevaisuutta rakentamassa.

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_fi

Euroopan Komissio 2020: A new industrial strategy for Europe. COM(2020)

102 Final, Brussels 10.3.2020. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-industrial-strategy-march-2020_en.pdf

Euroopan Komissio 2020: Teollisuusstrategia. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-industrial-strategy_fi

Euroopan Komissio 2020: Valkoinen kirja: Tekoälystä – Eurooppalainen lähestymistapa huippuosaamiseen ja luottamukseen COM(2020) 65 final. Brysseli 19.2.2020.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0065>

Euroopan Komissio 2021: 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. COM(2021) 118 final 9.3.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0118>

Euroopan Komissio 2021: Circular Economy Action Plan.
https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en

Euroopan Komissio 2021: Digital Economy and Society Index.
<https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations>

Euroopan Komissio 2021: Euroopan vihreän kehityksen ohjelma.
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi

Euroopan Komissio 2021: Europe's Digital Decade: digital targets for 2030.
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

Euroopan Komissio 2021: Tiedonanto: Euroopan digitaalinen vuosikymmen – vuoden 2030 tavoitteet digitaaliselle. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_fi

Euroopan Komissio 2020: Shaping the digital transformation in Europe, 2020.
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>

Eurostat News. Artificial intelligence in EU enterprises. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210413-1>. Viitattu 13.04.2021

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy 2020: Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Publikation. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/strategie-kuenstliche-intelligenz-fortschreibung-2020.html>

FINAC 2019: Terveys- ja hyvinvointisektorin innovaatiotoiminnan kehittämistyöpaja: Hautomoiden ja kiihdyttämöiden rooli innovaatioekosysteemissä. Työ- ja elinkeinoministeriö 11.2.2019. <https://finac.fi/wp-content/uploads/2019/02/Marit-esitys-11022019-jakoon.pdf>

Halenius, Laura – Suokas, Jyrki – Parikka, Heli – Hämäläinen, Hannu 2018: Datatalous suomalaista kilpailukykyä rakentamassa. Sitra 12.6.2018.

<https://vm.fi/documents/10623/10841416/Halenius-Suokas-Parikka-Hamalainen-Mitä+on+datatalous.pdf/4681f7c4-eed0-f39d-56e8-0ed3383ee8d3/Halenius-Suokas-Parikka-Hamalainen-Mitä+on+datatalous.pdf>

Federal Ministry of Education and Research (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Securing the future of German manufacturing industry. Final report of the Industrie 4.0 Working Group

<https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>

Kivikoski, Jouni – Kauppinen, Tatu 2021: Pk-yritysten opit digitalisaatiosta 2020: Miten digitalisointi on auttanut pk-yrityksiä menestymään? Priot Konsultointi Oy 11.1.2021.

https://www.yrittajat.fi/sites/default/files/tutkimus_pk_yritysten_digitalisaatiosta_2020.pdf

Larja, Liisa – Räisänen, Heikki 2019: Yritysten digitalisaatio ja kasvu: Pk-yritysbarometrin näkökulmia. TEM-analyyseja 93/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-448-8>

Mattila, Juri et al. 2020: Digibarometri 2020: Kyberturvan tilannekuva Suomessa. Etlatieto 2020. <https://www.etla.fi/julkaisut/digibarometri-2020-kyberturvan-tilannekuva-suomessa/>

McKinsey Digital 2020: How nine digital frontrunners can lead on AI in Europe. Harnessing the opportunity of artificial intelligence in Europe's digital frontrunners. Report 20.8.2020. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/how-nine-digital-front-runners-can-lead-on-ai-in-europe#>

MHI 2021: Preview of the 2021 MHI Annual Industry Report – Innovation Driven Resilience. <https://www.mhi.org/images/publications/industry-report-2021.png?w=252>

Niven, Paul R. – Lamorte, Ben 2016: Objectives and Key Results: Driving Focus, Alignment, and Engagement with OKRs. John Wiley & Sons, Incorporated 6 September 2016.

OECD 2020: OECD Digital Economy Outlook 2020. OECD Publishing, Paris, 27.11.2020. <https://doi.org/10.1787/bb167041-en>

OECD 2021: ICT Investment as a percentage of GDP. Description 2017. <https://goingdigital.oecd.org/indicator/30>.

Paavola, Heli – Seppänen, Marko – Eloranta, Ville 2021: Datapohjaisen arvoluonnin strategiset vaihtoehdot. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2021:3.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-667-3>

Pelkonen, Jaana 2016: Hiilikädenjäljestä uuden kasvun kimmoke. Sitra 25.5.2016.
<https://www.sitra.fi/uutiset/hiilikadenjaljesta-uuden-kasvun-kimmoke>

Pohjola, Matti 2020: Teknologia, investoinnit, rakennemuutos ja tuottavuus : Suomi kansainvälisessä vertailussa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2020:5.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-492-1>

Produktion2030 2021: Ingenjör 4.0 – Education for smart production of smart products.
https://produktion2030.se/en/portfolio_page/ingenjor-4-0/

Sitra 2019: Globaalissa datataloudessa vallitsevat villin lännen lait – Suomi-vetoisesta mallista vastaus Euroopan kilpailukykyyn? 19.9.2019 <https://www.sitra.fi/uutiset/gloobalissa-datataloudessa-vallitsevat-villin-lannen-lait-suomi-vetoisesta-mallista-vastaus-euroopan-kilpailukykyyn/>

Sitra 2021: GAIA X – yhteiseurooppalaisen dataekosysteemin kivijalka. <https://www.sitra.fi/hankkeet/gaia-x-yhteiseurooppalaisen-dataekosysteemin-kivijalka/#mista-on-kyse>

Stenberg, Markku – Ahola, Ilari – Palmén, Olli – Pääkkönen, Jenni 2021: Talouskasvun edellytykset tulevaisuudessa: Lähtökohdat, suunnat ja ratkaisut. Valtiovarainministeriön julkaisu 2021:6. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-504-9>

Suomen Yrittäjät 2020: Pk-yritysten opit digitalisaatiosta 2020.
<https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/tutkimukset/digitalisaatiotutkimukset/pk-yritysten-opit-digitalisaatiosta-2020>

Suomen Yrittäjät 2021: Pk-yritysbarometri 1/2021. <https://www.yrittajat.fi/suomen-yrittajat/tutkimukset/pk-yritysbarometrit/pk-yritysbarometri-12021-642333>

Teknologiateollisuus 2020: Teknologiateollisuuden vähähiilitiekartta: Ratkaisuja ilmastohaasteeseen. Päivitetty 11.6.2020. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/vaikutamme/kestava-kehitys/teknologiateollisuuden-vahahiilitiekartta-ratkaisuja-ilmastohaasteeseen>

The Nordic Council of Ministers 2020: Digital Transformations of Traditional Work in the Nordic Countries, Nordic Co-operation 19.11.2020. <https://www.norden.org/en/publication/digital-transformations-traditional-work-nordic-countries>

Tilastokeskus 2021: Tietotekniikan käyttö yrityksissä 2020.

<https://www.stat.fi/til/icte/2020/index.html>

Tuuliainen, Mika – Heikinheimo, Riikka 2019: EK:n yrityskyselyn tulokset digitalouden osaamistarpeista 2019. Elinkeinoelämän keskusliitto 8.4.2019.

https://ek.fi/wp-content/uploads/Digikysely_infografiikka_2019_final.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö 2021: D9+ Declaration: Leading the Way to Europe's Digital Decade. <https://tem.fi/documents/1410877/53440649/D9%2B+Declaration.pdf/536c1b37-2b93-57d6-1313-bfe943f3c17e?t=1611759617528>

Valtioneuvosto 2021: Kestävä talouskasvu ja hyvinvointimme tulevaisuus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:12. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-599-7>

Valtioneuvosto 2021: Suomen kestävä kasvun ohjelma: Alustava elpymis- ja palautumissuunnitelma. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:22.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-583-2>

VTT 2021: AI Maturity: Tekoälykypsyystyökalu. <https://ai.digimaturity.vtt.fi/>

VTT 2021: Digi Maturity: Digikypsyystyökalu. <https://digimaturity.vtt.fi/>

VTT 2021: Pk-yritykset haluttomia investoimaan uuteen teknologiaan – vetoapua on tarjolla. 9.2.2021. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/pk-yritykset-haluttomia-investoimaan-uuteen-teknologiaan-vetoapua-tarjolla>

World Economic Forum 2021: Fourth Industrial Revolution.

<https://www.weforum.org/agenda/archive/fourth-industrial-revolution>

Tekoäly 4.0 -ohjelma

Ensimmäinen väliraportti: käynnistysvaiheesta toteutusvaiheeseen

Raportti on ohjelman 1. väliraportti. Siinä kuvataan neljännen teollisen vallankumouksen ja siihen liittyvän edistyksellisen digitalisaation nykytilaa ja kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla analysoimalla yritysten digitalisaatiota koskevia kysely- ja tilastotietoja sekä erityisesti EU-komission digitalisaatiopolitiikan kehystä.

Raportissa tehdään lisäksi ehdotus kokonaisvaltaisesta tavoitetilasta, johon Suomessa tulisi pyrkiä neljättä teollista vallankumousta edistävän digitalisaation kehittämisessä ja hyödyntämisessä yritysten, tutkimus- ja koulutuslaitosten ja julkisten organisaatioiden yhteistyönä. OKR-menetelmällä esitetään tavoitetilaan johtavat kehittämistavoitteet, alustavat avaintulokset sekä suunnitelma niitä tarkentaviksi ja toimeenpaneviksi alatyöryhmiksi

Verkkojulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-327-643-7

Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi
Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi