

Kokemuksia massadatan, omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation osaamistarpeista ja -tarjonnasta

LVV

LIIKENNE- JA
VIESTINTÄMINISTERIÖ

Liikenne- ja viestintäministeriön

visio

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö

Julkaisun nimi

Kokemuksia massadatan, omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation osaamistarpeista ja -tarjonnasta

Tekijät

Oxford Research Oy: Jussi Nissilä, Vesa Kokkonen; Aatos Technologies: Ossi Kuittinen

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö, 27.6.2016

Julkaisusarjan nimi ja numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön
julkaisu 13/2016**

ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045

ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-490-6

 URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-490-6>

Asiasanat

massadata, omadata, robotiikka, automaatio, osaaminen, koulutus

Yhteyshenkilö

Anne Miettinen

Raportin kieli

Suomi

Tiivistelmä

Tämä selvitys arvioi massadatan ja omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation osaamistarpeita suomalaisissa yrityksissä ja tarkastelee keinoja, joilla yritysten mahdolliseen osaamisvajeeseen voidaan vastata. Selvitys liittyy valtioneuvoston periaatepäätökseen datan hyödyntämisestä sekä valtioneuvoston periaatepäätökseen älykkäästä robotiikasta ja automaatiosta.

Massadatan ja omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation yhteinen kehityshaaste liittyy kehittyvän teknologian, lisääntyvän datan ja siitä tuotetun informaation uusien sovelluskohteiden löytämiseen. Tästä syntyvät osaamistarpeet edellyttävät aiempaa enemmän moniosaamista, jossa hyvä tekninen tieto-taito yhdistyy toimialaosaimiseen. Jo työssä olevien työntekijöiden osalta tämä tarkoittaa tarvetta osaamista syventävään ja laajentavaan täydennyskoulutukseen, jonka saatavuus on tällä hetkellä rajallinen. Vielä opiskeluvaiheessa olevien osaamista voidaan lisätä kasvattamalla sovellusalueiden tuntemusta esimerkiksi sivuaineopintojen kautta. Erityisesti älykkään robotiikan ja automaation osalta osaamisen kasvattaminen edellyttää mahdollisuutta pilotointiin ja poikkitieteellisiin hankkeisiin ja koulutukseen.

Älykkään robotiikan ja automaation aloilla työvoimantarpeet kohdistuvat vahvasti ohjelmisto-osaajiin. Omadatan teknisenä haasteena nähdään etenkin data-arkkitehtuurien toteuttaminen niin, että ne mahdollistavat useiden organisaatioiden tuottaman datan yhdistämisen tietosuojalainsäädännön edellyttämällä tavalla. Keskeisiä osaamistarpeita liittyy myös uusien liiketoimintamallien kehittämiseen, mikä vaatii tietoteknisen osaamisen lisäksi myös liiketaloudellista ja juridista osaamista. Massadatan osaamistarpeet ovat hajanaisia ja niihin vastaaminen edellyttää opintoalojen monipuolista yhdistämistä. Massadatan osaajien oppiminen tapahtuu parhaiten itseopiskelun, työssäoppimisen ja kollegiaalisen tuen sekä mahdollisesti online-kurssien (MOOC) kautta.

Osaamisalueittain tarkasteltuna suurin osaajapula kohdistuu tällä hetkellä datatieteilijöihin, pilviteknologioiden osaajiin sekä datan eri sovelluskohteiden ymmärtäjiin. Yritykset etsivät pienempiä määriä erikoisosaajia myös teknologian integroimiseen, digitaaliseen maksamiseen, koneoppimiseen ja liiketoiminnan kansainvälistämiseen. Näiden huippuosaajien saatavuus on tällä hetkellä heikko.

Selvitys perustuu noin neljäänkymmeneen yritys- ja sidosryhmähaastatteluun, joihin osallistui yhteensä 60 asiantuntijaa, sekä oppilaitoksille suunnattuun kyselyyn ja syyskuussa toteutettuun työpajaan. Selvitys toteutettiin heinä-lokakuussa 2016.

Publikation

Stordata, mina data, intelligent robotteknik och automatisering – erfarenheter av kompetensbehoven och utbudet av kompetens

Författare

Oxford Research Oy: Jussi Nissilä, Vesa Kokkonen; Aatos Technologies: Ossi Kuittinen

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet, 27.6.2016

Publikationsseriens namn och nummer

**Kommunikationsministeriets
publikationer 13/2016**

ISSN (webbpublikation) 1795-4045

ISBN (webbpublikation) 978-952-243-490-6

 URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-490-6>

Ämnesord

stordata, egna data, robotteknik, automatisering, kompetens, utbildning

Kontaktperson

Anne Miettinen

Rapportens språk

Finska

Sammandrag

I denna studie granskas och utvärderas kompetensbehov i fråga om stordata, mina data samt intelligent robotteknik och automatisering i finländska företag och hur företagen kan avhjälpa eventuella brister i kompetensen. Studien hör samman med statsrådets principbeslut om nyttjande av data inom affärsverksamhet och statsrådets principbeslut om intelligent robotteknik och automatisering.

En gemensam utmaning för utvecklingen av stordata, mina data, intelligent robotteknik och automatisering är att finna tillämpningsområden för att utnyttja den utvecklade tekniken, den växande datamängden och den information som produceras av data. Detta kräver allt mångsidigare kompetens där god teknisk know-how kombineras med branschkunskap. De som redan är ute i arbetslivet behöver kompletterande utbildning för att fördjupa och bredda sin kompetens, och för närvarande är tillgången till denna typ av utbildning begränsad. Studerande kan utöka sin kompetens och kännedom om tillämpningsområdena till exempel genom biämnesstudier. För att öka kompetensen särskilt i fråga om intelligent robotteknik och automatisering behövs pilotering, tvärdisciplinära projekt och utbildning.

Branscherna för intelligent robotteknik och automatisering har ett stort behov av arbetskraft med kunskaper i programmering. I fråga om mina data är den största tekniska utmaningen att ta fram sådana dataarkitekturer som gör det möjligt att kombinera data producerade av många olika organisationer i enlighet med lagstiftningen om dataskydd. Det är också mycket viktigt att kunna utveckla nya affärsmodeller, vilket förutom it-kompetens även kräver kunskaper i affärs ekonomi och juridik. Det kompetensbehov som gäller stordata är splittrat och för att tillgodose det måste olika studieområden kombineras i olika konstellationer. Självstudier, inläring i arbetet, kollegialt stöd och öppna nätkurser (MOOC) är de bästa metoderna för att bli expert på stordata.

Inom kunskapsområdena riktas den största bristen på experter för närvarande till datavetare, experter på molnteknik samt proffs som förstår sig på olika tillämpningsområden för data. Företagen söker i viss mån även specialister på teknisk integration, digitala betalningar, maskininläring och internationell affärsverksamhet. I dagsläget är tillgången till spetskompetens och experter inom dessa områden skral.

Studien baserar sig på intervjuer med totalt 60 experter som företräder ca 40 företag och intressentgrupper, en enkät riktad till läroanstalter och en workshop i september. Studien gjordes i juli–oktober 2016.

Date
16.11.2016

Title of publication

Experiences with the competence needs and offering for big data, my data and intelligent robotics and automation

Author(s)

Oxford Research Oy: Jussi Nissilä, Vesa Kokkonen; Aatos Technologies: Ossi Kuittinen

Commissioned by, date

Ministry of Transport and Communications, 27.06.2016

Publication series and number

**Publications of the Ministry of Transport
and Communications 13/2016**

ISSN (online) 1795-4045

ISBN (online) 978-952-243-490-6

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-490-6>

Keywords

big data, my data, robotics, automation, competence, education and training

Contact person

Anne Miettinen

Language of the report

Finnish

Abstract

This report assessed the competence needs for big data and my data as well as intelligent robotics and automation in Finnish companies, and examined ways for companies to fill the competence gap. The report is related to the Government Resolution on the use of data and Government Resolution on intelligent robotics and automation.

The common developmental challenge of big data and my data as well as intelligent robotics and automation involves finding new applications for developing technologies, increasing data volume and the information it produces. The competence needs resulting from this require greater diversity in skills, where strong technical know-how is combined with sectoral expertise. Where current employees are concerned, this means the need for competence in advanced and supplementary continuing education, whose availability is currently limited. The competence of those still engaged in studies can be enhanced by increasing their knowledge of applications, such as through minor subjects. Particularly where intelligent robotics and automation are concerned, increasing competence requires the possibility piloting and cross-disciplinary projects and education.

In the fields of intelligent robotics and automation, labour needs are strongly focused on those with expertise in software. The technical challenge facing my data is, in particular, the implementation of data architectures that allow the data produced by multiple organisations to be consolidated in accordance with data protection legislation. Key competence needs also involve the development of new business models, which require not only competence in information and communication technologies, but also business and legal expertise. The competence needs for big data are fragmented, and meeting them requires the multifaceted combination of study fields. The education of big data experts can best be provided through independent study, on-the-job learning and peer support as well as in Massive Online Open Courses (MOOC).

Where competence areas are concerned, the biggest shortage of experts is currently found among data scientists, experts in cloud technology and proponents of various data applications. Companies also seek smaller numbers of specialists for technological integration, digital payments, machine learning and the internationalisation of business. The availability of top talent in these areas is presently low.

The report is based on approximately forty interviews conducted with a total 60 experts from companies and stakeholders as well as a survey conducted among educational institutions and a workshop held in September. The report was drafted in July-October of 2016.

Esipuhe

Digitaalisuuden edistäminen on keskeinen pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelman tavoite. Osana ”Rakennetaan Suomeen digitaalisen liiketoiminnan kasvuympäristö” -kärkihanketta on annettu valtioneuvoston periaatepäätökset datan hyödyntämisestä liiketoiminnassa sekä älykkästä robotiikasta ja automaatiosta. Suomalaisen osaamisen kasvattaminen ja hyödyntäminen on merkittävä osa molempien periaatepäätösten tavoitteita. Linjaukset tukevat muun muassa datan hallinnan ja analytiikan, informaatio-oikeuksien tietämyksen, ohjelmistorobotiikan ja keinoälyn osaamisen sekä monialaisen teknologia-, liiketoiminta- ja toimialaosuamista yhdistelevän tietotaidon syntymistä ja hyödyntämistä.

Suomessa on muun muassa automaatio- ja informaatioteknologiaa, robotisaatiota sekä datan hallintaa ja analytiikkaa koskevaa koulutusta ja tutkimustoimintaan pohjautuvaa huippuosaamista. Toisaalta yritykset kokevat osaamisen puutteen rajoittavan liiketoimintaansa.

Osaamisen edellytykset suurten tietoaineistojen sekä älykkään automaation ja robotiikan hyödyntämiseen liiketoiminnassa -selvitys on yksi toimenpide, joka tukee molempien periaatepäätösten linjausta muodostaa ja ylläpitää kokonaiskuva yritysten osaamisen tarpeista. Selvityksessä tarkasteltiin tietoliiketoiminnan osaamistarpeita ja toimintaympäristön muutoksen vaikutusta niihin. Siinä kartoitettiin millaisia alan osaajia yrityksissä on ja miten heidän tietotaitoaan on tarpeen kehittää sekä millaisia uusia osaajia on tarpeen rekrytoida yrityksiin. Siinä selvitettiin koulutettujen osaajien kysynnän ja tarjonnan vastaavuutta sekä konkreettisia toimenpiteitä, joita on käynnissä ja tarvitaan, jotta osaamisen kysyntä ja tarjonta vastaisivat toisiaan ja osaamista hyödynnettäisiin. Oxford Research Oy on laatinut yhdessä alihankkijansa Aatos Technologies Oy:n kanssa tämän selvityksen liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta.

Selvityksessä esitetyt näkemykset, johtopäätökset ja ehdotukset ovat selvityksen laatineen konsultin, eivätkä välttämättä sellaisenaan heijasta liikenne- ja viestintäministeriön tai selvityksen ohjausryhmän sekä haastateltujen henkilöiden ja heidän organisaatioidensa näkemyksiä. Selvityksen tekemistä on ohjannut liikenne- ja viestintäministeriön, työ- ja elinkeinoministeriön ja opetus- ja kulttuuriministeriön edustajista koostunut ohjausryhmä.

Selvityksen haastatteluihin, kyselyyn ja työpajaan osallistui rajallinen joukko yrityksiä, oppilaitoksia ja muita tahoja, joten selvitys ei anna kattavaa tietoa kaikkien yritysten osaamistarpeista tai laajasta koulutustarjonnasta. Selvitys luo kuitenkin osaltaan tietoisuutta ja vauhdittaa suurten tietoaineistojen, omadatan sekä älykkään robotisaation ja automaation mahdollistavan osaamisen kehittämistä sekä osaamisen hyödyntämistä liiketoiminnassa.

Helsingissä 16 päivänä marraskuuta 2016

Anne Miettinen

Tutkimuspäällikkö

Tieto-osasto, Tietoliiketoimintayksikkö

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Selvityksen kohdentaminen	6
2.1	Massadata ja omadata	6
2.2	Älykäs robotiikka ja automaatio	9
2.3	Robotiikan ja massadatan yhteydet.....	12
3.	Osaamistarpeiden arvottamisen viitekehys	13
3.1	Tiedonhankinnan menetelmät	13
3.2	Osaamistarpeiden tasot liiketoiminnassa.....	14
3.3	Osaamistarpeiden arvottaminen.....	16
3.4	Osaamistarpeiden kytkeytyminen toiminnallisiin kokonaisuuksiin	16
4.	Koulutustarjonta	20
4.1	Massadatan opetustarjonta	20
4.2	Älykkään automaation ja robotiikan koulutustarjonta	23
4.3	Oppilaitosten näkemykset	24
5.	Yritysten osaamistarpeet	29
5.1	Liiketoiminnan johtamiseen liittyvät osaamistarpeet	29
5.2	Teknologian käytäntöön soveltamiseen liittyvät osaamistarpeet	32
5.3	Teknologian kehittämiseen liittyvät osaamistarpeet	38
5.4	Osaamisalojen leikkauspinnat	42
6.	Johtopäätökset	44
6.1	Yritysten konkreettiset osaamistarpeet muuttuvassa liiketoimintaympäristössä.....	44
6.2	Nykyisten ammattilaisten osaaminen ja osaamisen kehittäminen.....	44
6.3	Uusien osaajien rekrytoiminen yrityksiin sekä osaamisen kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen.....	45
6.4	Koulutustarjonnan vastaavuus yritysten tarpeisiin	46
6.5	Konkreettiset toimenpide-ehdotukset osaamisen kysynnän ja tarjonnan vastaavuuden parantamiseksi	47
Lähteet	49	
Liitteet	51	
Liite 1.	Haastatteluihin osallistuneet.....	51
Liite 2.	Kyselyyn vastanneet oppilaitokset	52
Liite 3.	Työpajaan osallistuneet organisaatiot	53

1. Johdanto

Tämän selvityksen lähtökohtia ovat valtioneuvoston periaatepäätös datan hyödyntämisestä sekä valtioneuvoston periaatepäätös älykkästä robotiikasta ja automaatiosta. Selvityksen tavoitteena on arvioida osaamisen nykytilaa suomalaisissa yrityksissä ja tarkastella keinoja, joilla mahdolliseen osaamisvajeeseen voidaan vastata. Työ perustuu suurelta osin yritysten ja asiantuntijoiden haastatteluihin.

Tarkasteltavan kohteen laajuus ja monisisältöisyys rajoittavat tulosten luotettavuutta joidenkin alatoimialojen suhteen, sillä haastatteluaineisto on koottu rajallisesta määrästä yrityksiä (33) ja haastateltavia (60). Esimerkiksi palvelurobotiikka ja ohjelmistorobotiikka olivat merkittävässä roolissa vain muutamissa haastatteluissa. Tästä huolimatta raportti tuo esiin monia mielenkiintoisia datan sekä älykkään robotiikan ja automaation hyödyntämiseen liittyviä näkökulmia ja osaamistarpeita. Haastattelujen kohdentumista ja toteuttamista on kuvattu tarkemmin luvussa 3.1. Vaikuttaa siltä että haastateltujen yritysten oli helpompaa esittää osaamistarpeensa massadatan hyödyntämisen osalta, mutta robotiikka on vielä niin uusi alue, että yrityksillä oli vaikeuksia tunnistaa osaamistarpeensa.

Tarkastelun taustaa

Kuluvaa ajanjaksoa taloushistoriassa on alettu kutsua neljänneksi teolliseksi vallankumoukseksi. Tämä johtuu uuden teknologian aikaansaamasta talouden murroksesta ja uusista tavoista tehdä työtä. Kehityksen voimakkaimpana ajurina pidetään digitalisaatiota. Se on mahdollistanut tietoverkkojen välityksellä aivan uudenlaisen muodon globaalille työnjaolle ja automaatiolle. Digitalisaation lisäksi mm. bio- ja nanoteknologia kehittyvät nopeasti. Aiempien teollisten vallankumousten tavoin myös neljäs teollinen vallankumous muuttaa työnteon tapoja ja osaamistarpeita. Automaation vaikutus on näkynyt teollisuudessa jo pitkään rutiinistöiden vähentymisenä. Vastaava murros on tulossa nyt palveluihin.

Merkittävimpiä murroksia on, että kehittyvä tekoäly ja suuret tietovarannot mahdollistavat myös tietotyöhön liittyvien tehtävien aiempaa laajemmän automatisoinnin. Tämä avaa mahdollisuuksia uusille liiketoimintamalleille. Digitalisaatio laskee transaktiokustannuksia, mikä näkyy uusien, jakamis pohjaisten liiketoimintamallien yleistymisenä. Vapaita resursseja on helppo myydä ja vuokrata eteenpäin, kun teknologia auttaa myyjää ja ostajaa löytämään toisensa.

Hyötyäkseen uudesta teknologiasta yritysten on osattava soveltaa sitä toimintansa tehostamiseen ja kokonaan uusien liiketoimintamallien avaamiseen. Murroksen laajuus on suuri pelkästään tämän selvityksen kohteena olevien massadatan ja omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation osalta. Nämä teknologiat vaikuttavat jollain tavalla kaikkiin toimialoihin, yrityksiin ja näiden osaamistarpeisiin sekä moniin eri ammattiryhmiin – ei pelkästään niihin, jotka esimerkiksi valmistavat robotteja tai toimivat data-analyttikkoina. Lisäksi esimerkiksi Etlan raporteissa nousee esiin, että muuttuva teknologia haastaa myös liikkeenjohdon osaamisen.

Muutostrendejä ja niiden yleisiä vaikutuksia

Massadata muokkaa merkittävästi työmarkkinoiden osaamistarpeita. Kun eri aineistoja käsitellään datana, muuttuvat monet työtehtävät, joissa vastaavia asioita on tehty aikaisemmin

ihmistyönä. Esimerkiksi media-, markkina- ja muuta seurantaa voidaan automatisoida. Data-journalismi muuttaa journalistien työnkuva, kun aineiston keräämisen sijaan korostuvat materiaalin visualisointi ja uudenlainen selittäminen (Grey et al. 2012). Osa rutiininomaisista sisällöistä, kuten osa urheilu- ja talousuutisista voidaan jo nyt tuottaa automaattisesti datan pohjalta. Sama kehitys vaikuttaa myös markkinatutkimukseen. Digitaalinen ympäristö helpottaa reaaliaikaisen media- ja ostokäyttäytymistä koskevan informaation tuottamista. Tämä data on myös luotettavampaa kuin esimerkiksi kyselytutkimuksilla kerätty tieto. Kuluttaja jättää monenlaisia digitaalisia jalanjälkiä, jonka analysoiminen on mahdollista massadatan hyödyntämiseen suunnitelluilla teknologioilla. Tämä edellyttää kuitenkin datalukutaitoa organisaation eri tasoilla sekä teknistä osaamista datan tehokkaaseen hyödyntämiseen.

Nouseva trendinä on viedä henkilökohtaisen datan hyödyntäminen nykyistä pidemmälle. Tietosuojalait rajoittavat henkilöidyn tiedon keräämistä ja analysoimista suurista tietoa-aineistoista sekä eri tiedontuottajien aineistojen yhdistämistä. Asiakkaalle voidaan kuitenkin tarjota entistä kohdennetumpia palveluja, kun hänen taustansa tunnetaan paremmin. Osittain henkilötiedon käytettävyyttä voidaan parantaa omadatalalla (engl. My Data). Yksi sen lähtökohdista on siirtää henkilökohtaisen tiedon hallinnointia ihmisille itselleen. Näin dataa voidaan hyödyntää ilman vaaraa yksityisyyden loukkaamisesta.

Digitalisaation eri osa-alueet ovat monin osin päällekkäisiä. Esimerkiksi omadata luo uudenlaisia tarpeita tietosuojalle, ja robotiikassa etäohjattavuus asettaa merkittäviä turvallisuusvaatimuksia. Vastaavasti tietoliikenne ja esineiden internet (engl. Internet of Things, IoT) leikkaavat sekä robotiikkaa että massadataa. Massadatan vaatima reaaliaikainen tiedonsiirto edellyttää hyviä tietoliikenneyhteyksiä ja robotiikassa korostuu etäohjattavuuden kautta myös IoT, joka asettaa uusia vaatimuksia tietoliikenteelle. IoT on myös merkittävä lähde tekniselle massadatalle, jota eri verkkoon kytkettyjen laitteiden sensorit tuottavat.

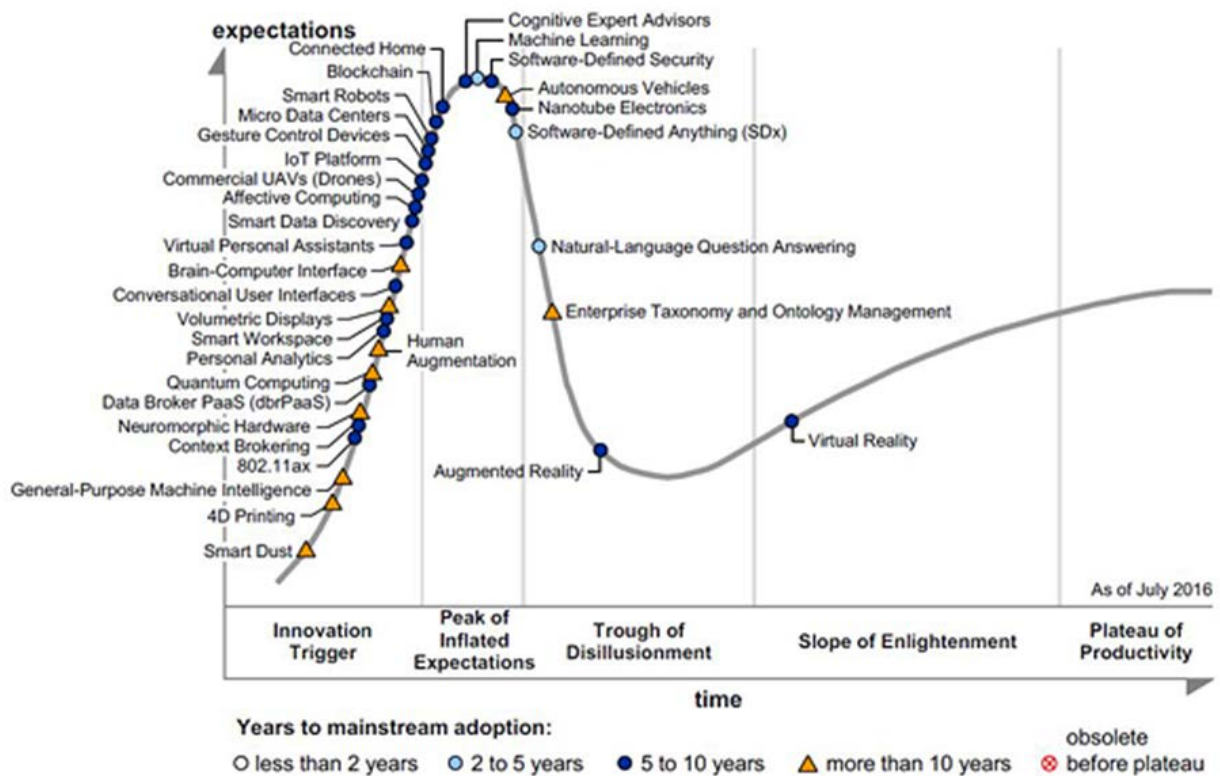
Robotiikkaan ja massadataan liittyy paljon laiteosaamista. Robotiikassa tämä on näkyvässä muodossa, mutta laiteosaaminen liittyy myös massadatan hyödyntämiseen. Esimerkiksi serverit, anturit ja muut laitteet ovat tärkeitä myös massadatan hyödyntämisessä. Esimerkkejä massadatan ja laiteosaamisen kohtaamisesta ovat suuret palvelinkeskukset kuten CSC Kajaanissa, Yandex Mäntsälässä ja Google Haminassa. Datakeskusten ympärille on myös syntymässä omat arvoketjunsu (esim. Nissilä et al. 2015).

Robotiikka ja massadata liittyvät voimakkaasti ICT:n ja digitaalisuuden kehittymiseen. Molempien kehitystä vauhdittavat teknologiat, joiden avulla voidaan tuottaa tietoa ympäristöstä. Samat anturi- yms. järjestelmät, jotka ohjaavat älykkäitä järjestelmiä, tuottavat myös massadataa. Älykkäillä järjestelmillä täytyy myös olla kyky analysoida tätä dataa reaaliaikaisesti. Hyvä esimerkki kehityksen suunnasta on Rolls Roycen hanke miehittämättömän laivan kehittämiseksi. Miehittämätön alus analysoi sekä ympäristöään että omien laitteistojensa tilaa. Ympäristödataa saadaan sekä ulkoisista lähteistä (esim. säätiedot), että omista järjestelmistä kuten tutkista, kameroista ja mittauslaitteista. Tällainen tietomassan reaaliaikainen analysointi on yksi konseptin kulmakivistä.

Massadata ja robotiikka kehittyvät ja yleistyvät nopeasti ja niitä on hyödynnetty useilla toimialoilla jo pitkään. Myös alan osaajien tarve kasvaa ja muuttaa luonnettaan. Muutosta havainnollistaa esimerkiksi tutkimusyhtiö Gartnerin vuosittain julkaisema orastavien teknologioiden hype-käyrä (Hype Cycle for Emerging Technologies). Käyrä kuvaa miten teknologisen innovaation myötä toiveet ja odotukset teknologian hyödyistä kasvavat, mutta tulosten viipyessä muuttuvat vähitellen epäilyksi, kunnes hyödyt alkavat realisoitua hiljalleen käytäntöön. Kuva 1 esittää Gartnerin esittämän vuoden 2016 hype-käyrän, jonka mukaan toistaiseksi liian korkeita odotuksia kohdistuu useisiin massadataan ja robotiikkaan liittyviin teknologian osa-

alueisiin, kuten IoT-alustoihin, drone-lennokkeihin, älykkäisiin robotteihin sekä koneoppimiseen.

Osaamistarpeiden osalta voidaan olettaa, että alkunnostuksen aikana osaajia ei tarvita paljoa ja tarve painottuu ensisijaisesti huippuosaajiin, jotka osaavat löytää teknologialla sovelluksia. Osaamisen kysynnän suhteen tämä tarkoittaa, että yritykset alkavat herätä näiden teknologioiden tulemiseen, ja vaikka käytännön sovelluksia on vielä melko vähän, pidemmällä aikavälillä osaamisen tarve kasvaa. Uuden teknologian kehitys- ja testausvaiheessa tarvitaan pääasiassa syväosaamista, vaikka tarvittavien asiantuntijoiden määrä ei välttämättä vielä olekaan suuri.



Kuva 1. Teknologioiden hype-käyrä (Gartner 2016).

Suomen asema murrosvaiheessa

Useiden selvitysten mukaan Suomella on hyvät mahdollisuudet kuulua digitalisaation voittajiin. Boston Consulting Groupin (2016) Digitizing Europe -raportin mukaan Suomeen syntyisi 80–110 000 nettotyöpaikkaa vuoteen 2020 mennessä. Työpaikat syntyisivät suoraan uusien palvelujen ja tuotteiden viennistä sekä välillisesti, kun digitalisaatio kiihdyttää talouskasvua. Etlan tekemät selvitykset (esim. Kauhanen 2014, Kauhanen et al. 2015) kuvaavat kehittyvän teknologian aiheuttamaa työn murrosta. Viesti on, että oikeanlaisella osaamisella Suomi hyötyy murroksesta ja uudet teknologiat kasvattavat hyvinvointia. Massadatan sekä älykkään

robotiikan ja automaation kaltaiset teknologiat muodostavat uudenlaisen haasteen koko arvoketjulle ja sen hallitsemiseen liittyvälle osaamiselle. Suomen vahvuudeksi nostetaan ennen kaikkea Suomen korkea koulutustaso ja vahva digitalisaatioon liittyvä osaaminen.

2. Selvityksen kohdentaminen

Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida osaamisen nykytilaa suomalaisissa yrityksissä ja tarkastella keinoja, joilla osaamisvajeeseen voidaan vastata.

Selvitys vastaa ensisijaisesti viiteen keskeiseen tutkimuskysymykseen:

1. Mitkä ovat yritysten konkreettiset osaamistarpeet tietoliiketoiminnassa ja miten toimintaympäristön muutos vaikuttaa osaamistarpeisiin?
2. Millaisia alan osaajia yrityksissä on ja miten heidän tietotaitoaan kehitetään tai on tarpeen kehittää?
3. Millaisia uusia osaajia on tarpeen rekrytoida yrityksiin ja kohtaako koulutettujen (eri koulutusasteilla, huippuosaaminen) osaajien kysyntä ja tarjonta? Millaisia esteitä työllistämisenä on?
4. Vastaako Suomessa tarjolla oleva koulutus määrältään ja laadultaan tarpeisiin lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä? (ml. korkeakoulu- ja ammattikorkeakoulututkinnot, muunto- ja täydennyskoulutus, tutkimus- ja innovaatiotoiminnan ja huippuosaamisen rahoitus ja kohdentuminen)
5. Mitä konkreettisia toimenpiteitä on käynnissä ja tarvitaan, jotta osaamisen kysyntä ja tarjonta vastaisivat toisiaan ja osaamista hyödynnettäisiin ja miten toimenpiteet tulisi organisoida? (mm. koulutuksen määrä ja kohdistuminen, alueelliset ja muut osaamiskeskittymät, osaamisen jakamisen menettelyt ja yhteistyö korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja yritysten välillä, tutkimus- ja innovaatiotoiminta, ekosysteemien kehittyminen)

Selvitys kuvaa Suomen elinkeinoelämän osaamistarpeita massadatan, omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation hyödyntämiseksi liiketoiminnassa. Digitalisaation kokonaisuuteen kuuluu monia muitakin osa-alueita, kuten tietoturva, pilvipalvelut, tietoliikenne, sähköinen kaupankäynti ja sähköinen asiointi. Selvityksessä keskitytään kuitenkin massadataan ja omadataan sekä älykkääseen robotiikkaan ja automaatioon. Digitalisaation muita osa-alueita käsitellään vain niiltä osin, kuin ne liittyvät selvityksen keskeisiin teemoihin.

Seuraavissa luvuissa käsitellään *massadatan ja omadatan* sekä *älykkään robotiikan ja automaation* sisältöä sekä tärkeimpiä toimialakohtaisia trendejä.

2.1 Massadata ja omadata

Valtioneuvoston periaatepäätös datan hyödyntämisestä liiketoiminnassa määrittelee massadatan seuraavasti:

”Massadatalta (suuret tietoaaineistot, big data) tarkoitetaan soveltamismahdollisuuksiltaan laajoja data-aineistoja ja datavirtoja, jotka ovat usein määrältään suuria, kertyvät suurella

nopeudella tai ovat muodoltaan epäyhtenäisiä. Näiden ominaisuuksiensa vuoksi dataa hyödynnetään kehittyneillä datan siirto-, käsittely- ja analytiikkatekniikoilla”.

Valtioneuvoston periaatepäätöksen datan hyödyntämisestä liiketoiminnasta mukainen määritelmä omadatalle on:

”Omadata (mydata, henkilöä itseään koskevan tiedon hallinta) tarkoittaa henkilöön liitettävien tietoaaineistojen ihmiskeskeistä hallintatapaa ja periaatteita.”

Omadatan keskeiset periaatteet ovat seuraavat (Poikola et al. 2014):

- Oikeus ja mahdollisuus hallita omaa dataa - Ihmisillä on oikeus ja käytännön mahdollisuus hallita omia henkilötietojaan
- Kattava ja käytännöllinen tiedon saatavuus - Henkilötieto on ihmisille itselleen saatavilla koneluettavasti ja riittävän ajantasaisesti rajapintojen kautta.
- Hallinnan hajauttaminen ja yhteentoimivuus - Omadatan hallinnointi ja säilytys on mahdollista hajauttaa ja palvelut ovat vaihdettavissa, mutta kokonaisuus on yhteentoimiva ja looginen.

Tällä hetkellä suomalaisen kehittäjäyhteisön englanninkielinen määritelmä omadatalle on (MyData Alliance 2016):

”MyData is a human centered approach in personal data management that combines industry need to data with digital human rights. The core idea is to let individuals be in control of their own data. This simplifies data flow and opens new opportunities for businesses to develop innovative personal data based services while preserving privacy.”

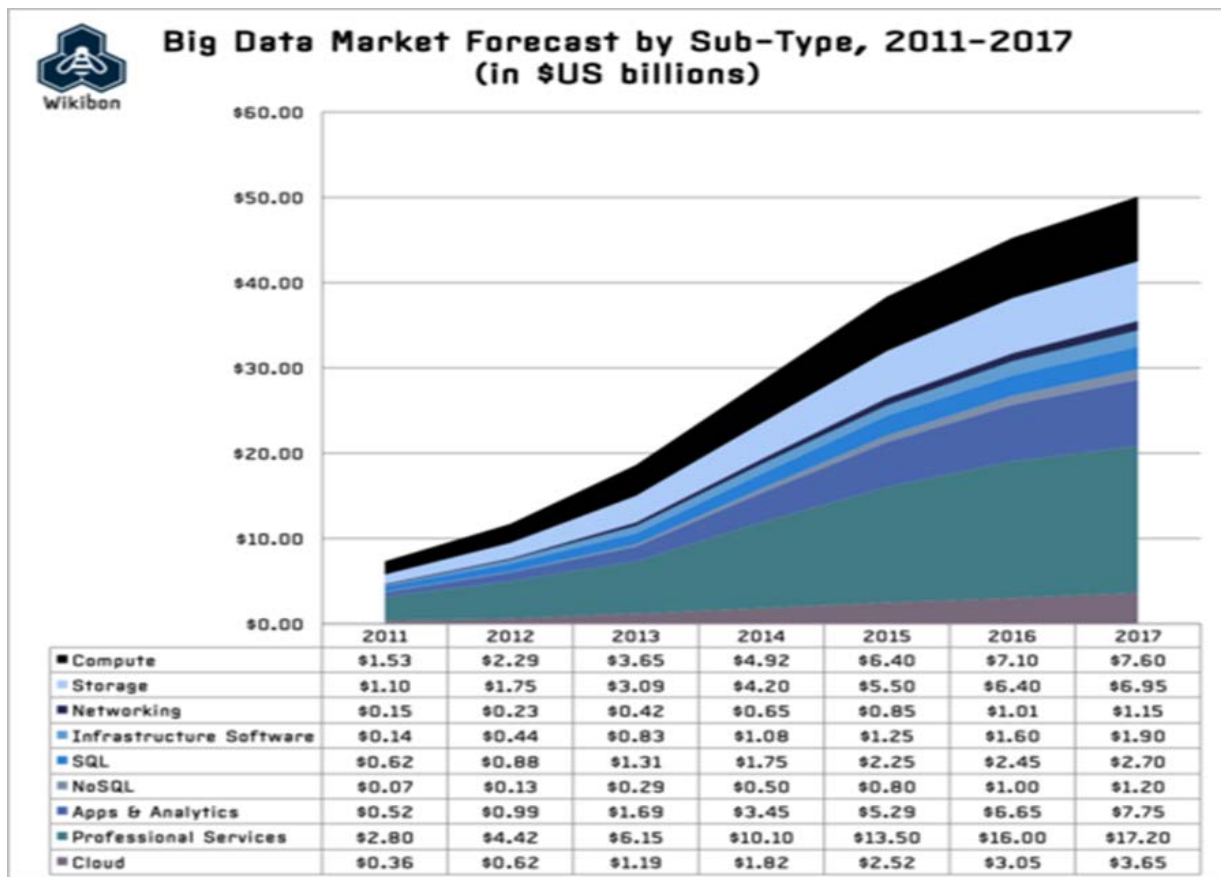
Yritysten suurten tietoaaineistojen hyödyntämisen näkökulmasta omadata ja henkilödata laajemmin ovat massadatan erillistapauksia. Tämän vuoksi tässä selvityksessä käytetään termiä massadata, kun viitataan suurten tietoaaineistojen hyödyntämiseen yleisesti ja muuten eritellen tarkemmin, millaista dataa tarkoitetaan.

Massadatan kehitystrendit

Massadatan osalta näkyvin trendi on tuotettujen datamäärien ja koko toimialan jatkuva kasvu. Datan määrän kasvamiseen ovat vaikuttaneet mm. sosiaalinen media sekä tallennustilan hinnan laskeminen. Myös datanhallintaan ja -käsittelyyn liittyvät markkinat kasvavat. Kuva 2 esittää massadatan markkinakehitystä ja sen ennustetta. Kasvun ennakoidaan olevan nopeaa, ja markkinoiden kasvavan etenkin asiantuntijapalveluissa. Tämä luo kasvavaa tarvetta uusille osaajille.

McKinsey (2011) on tehnyt laajan selvityksen massadatan arvosta. McKinseyn selvitys painottaa, että datasta tulee merkittävä kilpailutekijä koko yritysentsessä. Data mahdollistaa toiminnan tehokkuuden arvioimisen, luo läpinäkyvyyttä, parantaa segmentointia, mahdollistaa päätöksenteon ainakin osittaisen automatisoinnin sekä luo mahdollisuuksia kokonaan uusille palveluille ja liiketoimintamalleille. Massadatan kokonaismarkkina arvioidaan todella suureksi. Esimerkiksi Yhdysvaltojen terveydenhuollossa massadatan hyödyntämisen arvoksi on arvioitu 300 miljardia dollaria ja Euroopassa pelkästään julkishallinto voisi hyötyä massadatan hyödyntämisestä 100 miljardia euroa. Nämä arviot ovat vuodelta 2011.

Jeff Kellyn raportin (Kelly 2014, kuva 2) perusteella voidaan havaita, että kehitys on ollut nopeaa myös tämän jälkeen.



Kuva 2. Ennuste massadatan markkinakehitykselle 2011–2017 (Kelly 2014).

Forbes on analysoinut massadataan liittyviä työpaikkatrendejä (Columbus 2014). Heidän analyysinsä mukaan USA:ssa massadataan liittyvien avoimien paikkojen määrä kasvoi vuonna 2014 yhteensä 62 %. Nopeinta kasvu oli sellaisten projektipäällikköjen osalta, joilla on massadataosaamista. Näiden avointen työpaikkojen osuus kasvoi 124 %. Eniten avoimia työpaikkoja, 27 % kokonaismäärästä oli asiantuntijapalveluissa ja seuraavaksi eniten eli 19 % informaatiotoimialalla. Toimialoittain tarkasteltuna avoimista työpaikoista oli teollisuudessa 13 %, vähittäiskaupassa 10 %, jätehuollossa yms. palveluissa sekä rahoitusalaalla molemmissa 8 %.

IDC:n raportin (2016) mukaan datatyöntekijöiltä vaaditaan useita erilaisia taitoja. Nämä taidot eivät rajoitu pelkästään matemaattisiin ja tilastotieteellisiin taitoihin, vaan datatyöntekijöiltä vaaditaan myös liiketoiminnan ymmärtämistä. Raportin mukaan suurimmilla yrityksillä on muita paremmat valmiudet rakentaa tiimejä, joissa on saatavilla kaikki tarvittavat taidot. Suuresta ammattilaisten joukosta voidaan koota ryhmiä, joissa eri osaamisalueita voidaan yhdistellä toisiaan täydentävästi.

IDC:n mukaan Euroopan unionissa on yhteensä yli 6 miljoonaa datatyöntekijää. Datatyöntekijä on henkilö, jonka työnkuvaan kuuluu merkittävänä osana kerätä, varastoida, hallita tai analysoida dataa. Määritelmän mukaan datatyöntekijän on hallittava sekä strukturoitu että strukturoimaton data sekä uudet tietokantateknologiat. Datatyöntekijöiden määrä on kasvanut vuodesta 2014 vuoteen 2015 noin 3,1 %, ja heidän osuutensa EU-alueen koko työvoimasta on jo 3,1 %. Perusskenaarion mukaan datatyöntekijöiden määrä EU:ssa kasvaisi yli 7 miljoonaan vuoteen 2020 mennessä. Datatyöntekijöitä työskentelee jo nyt käytännössä kaikilla toimialoilla. Suurin osa heistä työskentelee kuitenkin teollisuudessa, kaupan alalla

sekä liike-elämän palveluissa ja ICT-toimialalla. IDC:n mukaan Suomessa oli vuonna 2015 yhteensä 69 000 datatyöntekijää. Tehdyn ennusteen mukaan datatyöntekijöiden määrän odotetaan kasvavan vuoteen 2020 mennessä 75 000 työntekijään. Tämä tarkoittaisi 6 000 työntekijän kasvua eli työmarkkinoille tarvittaisiin keskimäärin 1200 uutta datatyöntekijää vuodessa.

Antikainen et al. (2016) ovat selvittäneet massadatan käytön tehostamista Suomessa. Selvityksessä referoidun kyselyn mukaan yrityksistä 30 % näki massadatan hyödyntämisen esteenä osajapulan. Selvityksen mukaan 25 % yrityksistä käyttää massadataa jossain muodossa ja yleisintä käyttö on energiatoimialalla, jossa 67 % yrityksistä käyttää massadataa. Massadatan parissa työskentelevien henkilöiden osuus koko henkilökunnasta on suurin rahoitus- ja vakuutusaloilla (12 %). Elinkeinoelämän keskusliitto (2016) on selvittänyt suomalaisten yritysten osaamistarpeita liittyen laajemmin digitaaliseen liiketoimintaan. Keskeisiksi osaamisvajeiksi nousivat digitalisaation yleisten mahdollisuuksien ymmärtäminen, puutteet digitaalisessa liiketoimintaosaamisessa, huippuosaajien puute sekä isojen asiakkaiden ostokäyttäytymisen ymmärryksen puute.

Accenturen selvityksen mukaan huomattava osa datasta on henkilödataa (Cooper et al. 2015). Yritykset ovat ymmärtäneet tämän datan arvon: sen hyödyntäminen ja myyminen on kasvava liiketoiminnan ala ja datalle onkin jo muodostunut selkeä markkina-arvo. Tällä hetkellä monissa maissa toimii jo datanvälittäjäyrityksiä (data broker), jotka luovat liiketoimintaa datan välittämällä ja yhdistelemällä. Henkilötietojen hyödyntämistä rajoittaa kuitenkin yksityisyydensuojaan liittyvä lainsäädäntö. Tämä luo yrityksille kannusteita luoda uusia malleja henkilötiedon hyödyntämiseen: yksi esimerkki tästä on omadatakonsepti.

2.2 Älykäs robotiikka ja automaatio

Tässä selvityksessä älykäs robotiikka ja automaatio määritellään samalla tavalla kuin valtioneuvoston periaatepäätöksessä älykkäästä robotiikasta ja automaatiosta. Periaatepäätöksen taustamuistion mukaan älykäs robotiikka tarkoittaa seuraavaa:

”Älykäs robotti on oppiva, vuorovaikutteinen ja autonominen ja se hyödyntää toiminnassaan antureita, motoriikkaa, verkottumista ja keinoälyä. Robotti mielletään usein yleiskielessä fyysisenä objektina, tällainen fyysinen objekti voi olla esimerkiksi palvelu- tai teollisuusrobotti, mutta laajassa merkityksessä robotiikka kattaa myös ohjelmistorobotit sekä älykkäät koneet.”

Älykäs automaatio puolestaan määritellään seuraavasti:

”Älykkäällä automaatiolla puolestaan tarkoitetaan modernia robotiikkaa, jossa laite tai järjestelmä kykenee yhä itsenäisempään toimintaan, havainnointiin, oppimiseen ja päätöksentekoon ohjelmistoihin yhdistettävien keinoälyn, antureiden ja asioiden internetin avulla.”

Käsitteiden päällekkäisyyden vuoksi tässä raportissa käytetään usein termiä robotiikka, kun viitataan sekä älykkääseen robotiikkaan että automaatioon, paitsi kun halutaan korostaa teknologioiden erityispiirteitä. Vastaavasti käytetään termiä robotisaatio, kun viitataan älykkään robotiikan ja automaation yleistymiseen.

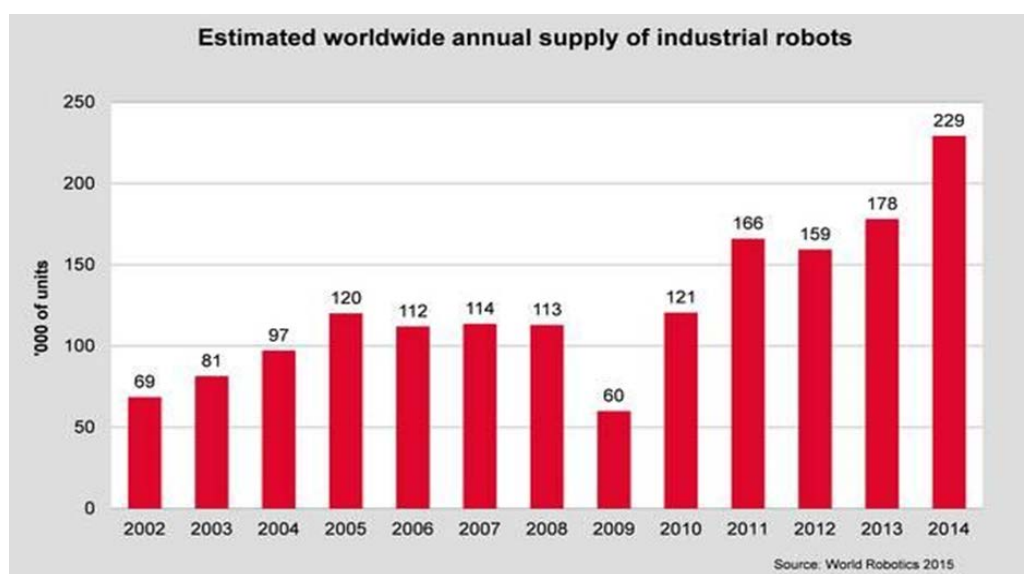
Robotiikan kehitystrendit

PricewaterhouseCoopers (2014) on selvittänyt robotiikan vaikutusta uusiin työtehtäviin. Selvityksen mukaan muutoksen keskeinen ajuri on tällä hetkellä laitehintojen oleellinen aleneminen sadoista tuhansista kymmeneen tuhansiin dollareihin. Tämä nopeuttaa robottien leviämistä. Arvioiden mukaan vuonna 2014 käytössä oli jo 2,3 miljoonaa robottia ja niiden vuotuiset

toimitukset olivat nousseet 200 000 robottiin. Selvitys korostaa, että markkinoiden vaatimukset hinnalle, toimitusnopeudelle ja tuotevalikoimalle ohjaavat kasvavan määrän pk-yrityksiä investoimaan robotiikkaan. Tämä lisää myös robotiikan osaajien tarvetta.

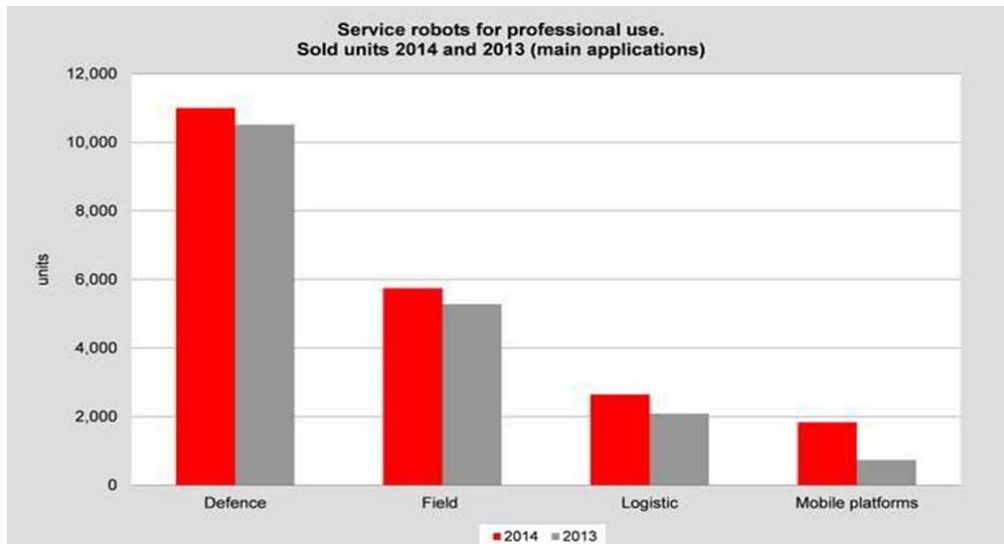
PricewaterhouseCoopersin selvitys on samoilla linjoilla Boston Consulting Groupin (2016) selvityksen kanssa siitä, että robotisaatio luo tulevaisuudessa uusia työpaikkoja. Eniten tarvitaan kehittyneen robotiikan parissa työskenteleviä insinöörejä. Robottien odotetaan myös lisäävän kokonaistuotantoa, mikä luo edelleen uusia työpaikkoja ja osaamistarvetta myös muihin valmistuksen tehtäviin.

Teollisuusrobottien kokonaismäärä on kasvanut selvästi. Kuten kuva 3 osoittaa, niiden määrän kasvu pysähtyi hetkellisesti jo ennen vuoden 2008–2009 finanssikriisiä ja väheni sen aikana, mutta elpyi nopeasti finanssikriisin jälkeen. Vuosi 2014 osoittaa jo selvästi aiempaa suurempia määriä teollisuusrobottien toimituksissa.



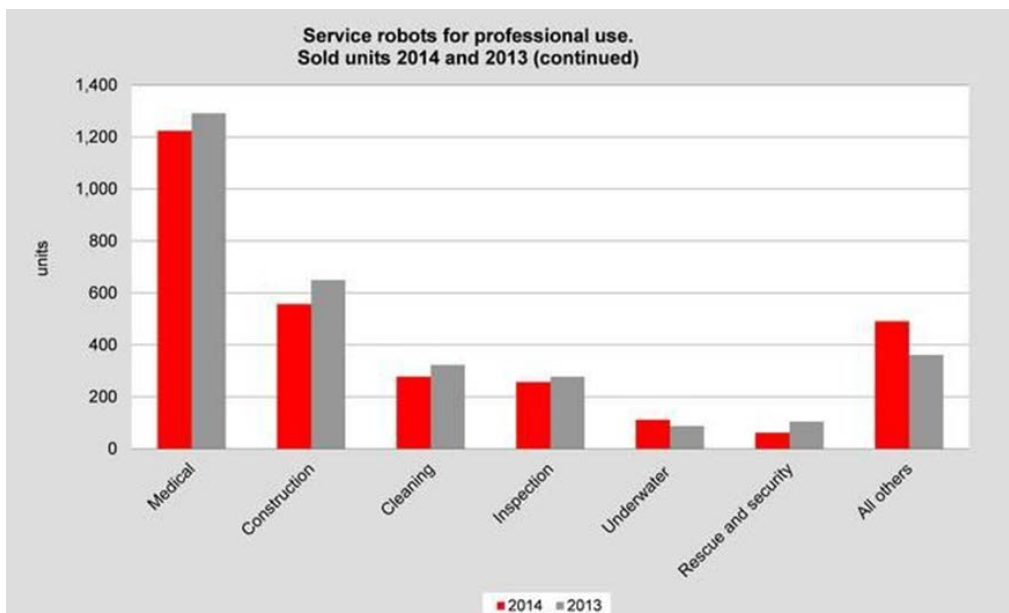
Kuva 3. Teollisuusrobottien vuotuiset toimitukset (International Federation of Robotics 2015).

Robotteja käytetään selvästi eniten puolustusalan tehtävissä (kuva 4). Pääsovellusalueilla on nähtävissä tasaista kasvua vuodesta 2013 vuoteen 2014. Toiseksi eniten robotteja käytetään erilaisissa kenttäolosuhteissa ja logistiikkakäytössä. Robotiikan yleistymisen yksi keskeinen tavoite on ollut korvata ihmisiä roboteilla erityisesti vaarallisissa työtehtävissä. Tämä selittää puolustussektorin korostunutta merkitystä. Puolustusteollisuus on ollut historiallisestikin merkittävimpiä uuden teknologian kehittäjiä. Sotilaskäyttöön kehitettyä teknologiaa on usein sovellettu myöhemmin muualle yhteiskuntaan.



Kuva 4. Palvelurobottien määrä (International Federation of Robotics 2015).

Pienemmillä palvelurobotteja hyödyntävillä toimialoilla kysyntä on hieman laskenut vuodesta 2013 vuoteen 2014 lukuun ottamatta vedenalaisia robotteja sekä ryhmää muut robotit (kuva 5). Yhden vuoden perusteella ei kuitenkaan voida määrittää selkeää toimialatrendiä. Kokonaisuudessaan palvelurobottien toimitukset ovat vielä pieniä suhteessa perinteisempiin teollisuusrobotteihin. Palvelurobottien määrät liikkuvat korkeimmillaankin kymmenissä tuhansissa, kun teollisuusrobotteja valmistetaan vuosittain satoja tuhansia.



Kuva 5. Palvelurobottien määrä ammatillisessa käytössä (International Federation of Robotics 2015).

2.3 Robotiikan ja massadatan yhteydet

Robotiikka ja massadata liittyvät voimakkaasti ICT:n ja digitaalisuuden kehittymiseen. Molempien kehitystä vauhdittavat teknologiat, joiden avulla voidaan tuottaa tietoa ympäristöstä. Samat anturi- yms. järjestelmät, jotka ohjaavat älykkäitä järjestelmiä, tuottavat myös massadataa. Älykkäillä järjestelmillä täytyy myös olla kyky analysoida tätä dataa reaaliaikaisesti. Koneoppimisen ja tekoälyn kehitys liittyy oleellisesti tähän datan reaaliaikaiseen analysoimiseen.

Robotiikalla, automaatiolla ja datan hyödyntämisellä on voimakas keskinäinen vuorovaikutus. Myös niiden hyödyntämisen tasot liittyvät toisiinsa. Tässä selvityksessä osaamisen ja osaamistarpeiden eri osa-alueiden ja sovelluskohteiden tarkastelu on tehty muodostamalla loogisia kokonaisuuksia, joiden kautta osaamistarpeet kytkeytyvät selkeästi omaan kontekstiinsa.

3. Osaamistarpeiden arvottamisen viitekehys

3.1 Tiedonhankinnan menetelmät

Tämä työ kuvaa massadatan ja omadatan sekä älykkään robotisaation ja automatisaation hyödyntämistä liiketoiminnassa. Ydintavoite on muodostaa kokonaiskuva näillä aloilla tarvittavasta osaamisesta ja sen nykytilasta sekä kuvata osaamisen kehittämiseksi ja hyödyntämiseksi tarvittavia toimenpiteitä.

Selvityksen lähtökohdaksi otettiin Suomessa toimivien yritysten raportoimat osaamistarpeet, joita kartoitettiin elo-syyskuussa 2016 toteutetuilla yrityshaastatteluilla. Työn aikana haastateltiin yhteensä 60 henkilöä 33 yrityksestä. Yritykset edustivat laaja-alaisesti selvityksen kohderyhmään kuuluvien teknologioiden kehittäjiä ja soveltajia eri toimialoilta. Joukkoon kuului alan startup-yrityksiä, pk-yrityksiä ja myös tätä suurempia yrityksiä. Haastatellut henkilöt edustivat monipuolisesti yrityksen korkeinta johtoa, liiketoimintajohtoa, henkilöstöhallinnon edustajia tai teknistä keskijohtoa. Yrityshaastattelut toteutettiin ensisijaisesti ryhmähaastatteluina. Muutamassa tapauksessa samasta yrityksestä haastateltiin useampi henkilö eri kerroilla. Tästä huolimatta tarkasteltujen teknologioiden läpileikkaavuuden takia on mahdollista, etteivät haasteltavat ole tuoneet ilmi kaikkia omien yritystensä tarpeita vaan painottaneet niitä, jotka koskevat heidän edustamiaan liiketoimintayksiköitä.

Yrityshaastatteluiden tueksi haastateltiin myös muutamia oppilaitosten edustajia sekä muita alan osaamistarpeiden kannalta keskeisiä toimijoita. Näissä haastatteluissa haastateltiin 11 henkilöä kahdeksasta eri organisaatiosta. Haastateltujen yritysten ja henkilöiden luettelo on esitetty tämän raportin liitteenä.

Haastatteluiden lisäksi elokuussa 2016 toteutettiin oppilaitoskysely, joka lähetettiin yli sadalle toisen asteen oppilaitoksen, ammattikorkeakoulun ja yliopiston edustajalle. Vastauksia kyselyyn saatiin 46. Lisäksi syyskuussa 2016 järjestettiin työpaja, jossa käsiteltiin selvityksen alustavia tuloksia, täydennettiin niitä sekä muodostettiin alustavia toimenpide-ehtotuksia siitä, miten yhteiskunnan tulisi reagoida tunnistettuihin osaamistarpeisiin. Työpajaan osallistui elinkeinoelämän, oppilaitosten ja hallinnon edustajia sekä eri alojen asiantuntijoita. Osallistujia oli yhteensä 20 organisaatiosta, jotka on esitelty liitteessä 3. Haluamme kiittää kaikkia tutkimuksen yhteydessä toteutettuihin kyselyihin, haastatteluihin ja työpajaan osallistuneita.

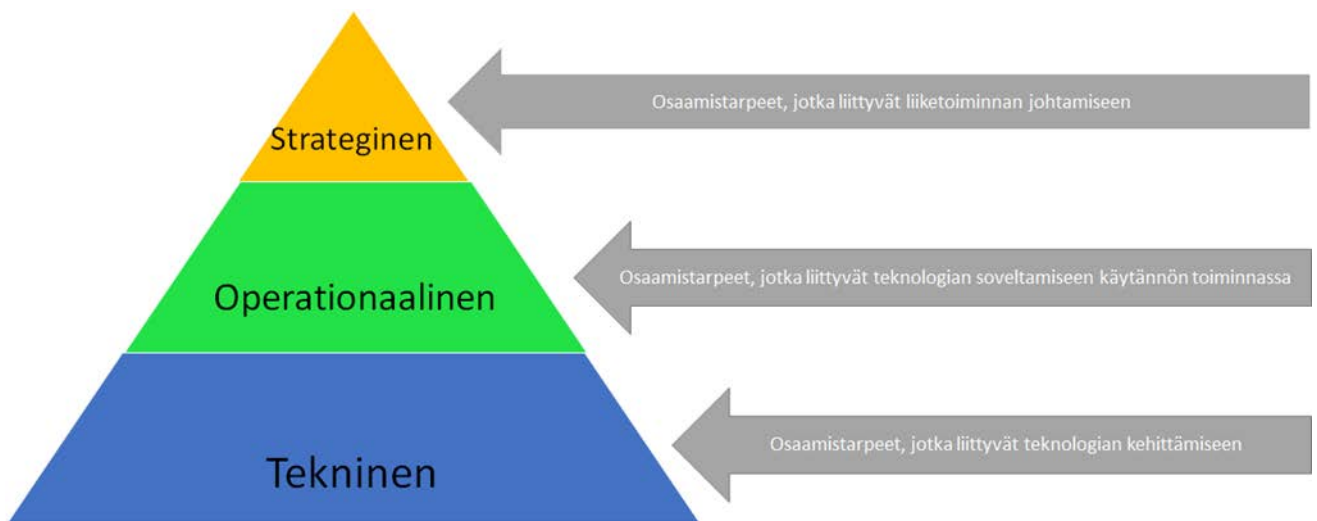
Tehdyn selvityksen rajoituksena on huomioitava se, että se yhdisti suuren määrän erilaisia teemoja. Kokonaisuudessaan se kattoi kaksi laajaa kokonaisuutta, massadatan ja omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation. Osaamistarpeita tarkasteltiin laajasti strategisen tason osaamisesta tasolta teknisen osaamiseen. Keskimäärin noin tunnin kestäneissä haastatteluissa kaikkiin eri teemoihin ei tämän vuoksi voitu syventyä kovin paljon.

Selvitystyötä ohjasi ohjausryhmä, jossa olivat edustettuina liikenne- ja viestintäministeriö, opetus- ja kulttuuriministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö ja selvityksen toteuttajat. Ohjausryhmä keskusteli työn tavoitteista, valitsi haastateltavat tahot ja työpajaan kutsuttavat henkilöt, määritteli haastatteluissa ja kyselyssä käytetyt kysymykset sekä kommentoi raporttia ennen sen julkaisemista.

3.2 Osaamistarpeiden tasot liiketoiminnassa

Selvityksen keskiössä ovat Suomessa toimivien yritysten osaamistarpeet massadatan, omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation hyödyntämiseksi liiketoiminnassa. Näitä teknologioita voidaan hyödyntää liiketoiminnassa hyvin erilaisilla tavoilla ja siksi yritykset tarvitsevat hyvin monenlaista osaamista. Osaamisen ja osaamistarpeiden analysoinnin tukena on käytetty kuvassa 6 esitettyä viitekehystä teknologian hyödyntämisen tasoista.

Selvityksen lähtökohta on, että yksittäiset työntekijät ja siten myös yritykset osaavat hyödyntää teknologioita strategisella, operationaalisella ja/tai teknisellä tasolla. Kyky hyödyntää teknologioita liiketoiminnassa tukeutuu oikeanlaiseen osaamiseen, joka puolestaan usein pohjautuu kullekin tasolle tyypilliseen koulutukseen. Selvityksessä tehtyjen haastatteluiden ja muiden tiedonkeruun menetelmien kautta on tunnistettu kunkin tason osaamistarpeita.



Kuva 6. Teknologioiden hyödyntämisaosaamisen tasot.

Tekninen hyödyntäminen viittaa yritysten ja ihmisten kyvykkyyteen massadataa, omadataa sekä älykstä robotiikkaa ja automaatiota hyödyntävien teknologisten ratkaisujen kehittämiseen. Tällä tasolla työskentelevät usein henkilöt, joilla on teknistä ja ICT-koulutusta ja jotka suunnittelevat ja valmistavat robotiikan ja automaation laitteita, luovat ohjelmistoja ja tekoälyä robotiikalle ja automaattiseen datan analysoimiseen jne. Tällä tasolla osaamistarpeet ovat ensisijaisesti teknisiä ja niissä on olennaista omaksua uudet teknologiat mahdollisimman nopeasti sekä integroida ne laadukkaiksi tuotteiksi. Teknisen osaamisen voidaan olettaa keskittyvän erityisesti yrityksiin, jotka tuottavat älykkäitä robotteja, automaatoratkaisuja sekä massadataan tai omadataan liittyviä ohjelmistoja tai näiden käyttöä tukevia palveluita.

Operationaalinen hyödyntäminen viittaa yritysten ja ihmisten kyvykkyyteen soveltaa massadataa ja omadataa sekä älykstä robotiikkaa ja automaatiota käytännön toimintaan. Tällä tasolla työskentelevät ne henkilöt, jotka hyödyntävät tai käyttävät teknologiaa työssään, joka ei liity teknologian kehittämiseen. Operationaalinen taso kattaa suuren osan työvoimasta, ja sen osuus kasvaa sitä mukaan kun robotiikka ja massadata muuttavat toimialojen toimintaa ja ammattiryhmien työnkuvia. Esimerkiksi kirurgin työnkuvaan kuuluu jo jossain tapauksissa

nyt leikkausrobotin käyttö. Edelläkävijöitä ovat ne, jotka osaavat ensimmäisinä soveltaa teknologioita tehokkaasti työssään.

Operationaalinen hyödyntäminen voi edellyttää jossain määrin teknistä tai esimerkiksi ohjelmointiosaamista. Käytännössä tämä voi olla esimerkiksi SQL-hakujen tekemistä. Oletusarvoisesti operationaalisen tason teknologian hyödyntäjien koulutus ei kuitenkaan ole teknologia- tai ICT-alalta. Silti tämän tutkimuksen viitekehyksessä esimerkiksi telakalla hitsausrobotia käyttävää hitsaajaa pidetään operationaalisella tasolla toimivana. Vaikka hitsaus on tekninen taito, se ei liity tässä tapauksessa robottien valmistamiseen, vaan niiden soveltamiseen muussa toiminnassa. Laitteistojen ja ohjelmistojen käytettävyyden paraneminen vähentää suoranaisten teknisen osaamisen tarvetta operationaalisella tasolla, mutta robotit tai ohjelmistot voivat silti vaatia käyttäjiltä esimerkiksi ohjelmointitaitoja. Operationaalisen tason toimijat voivat myös joutua esimerkiksi huoltamaan laitteistoja.

Strateginen hyödyntäminen viittaa yritysten ja ihmisten kyvykkyyteen johtaa massadatan, omadatan sekä älykään robotiikan ja automaation hyödyntämistä liiketoiminnassa, olkoon kyse sitten teknologian kehittämisestä tai soveltamisesta käytännön toimintaan. Tällä tasolla toimivien ihmisten on tärkeää ymmärtää omaa organisaatiota, sääntely-ympäristöä, markkinoita ja asiakkaiden tarpeita sekä sitä, miten teknologialla pystytään vastaamaan näihin tarpeisiin. Mikäli yritykseltä puuttuu strategista osaamista, ei se pysty reagoimaan teknologiseen murrokseen ja hyödyntämään sen mahdollisuuksia.

Strategisen tasolla korostuu mm. liiketoimintaosaaminen, tiedolla johtaminen, osaamisen johtaminen sekä informaatio-oikeus. Informaatio-oikeus kattaa mm. yksityisyyden suojaan, tietoturvaan sekä datan omistusoikeuksiin liittyviä kysymyksiä. Liiketoimintaosaaminen tarkoittaa niiden uusien toimintamallien oivaltamista, jotka uudet teknologiat mahdollistavat. Tiedolla johtaminen tarkoittaa tämän selvityksen kannalta ennen kaikkea sitä, että esimerkiksi massadatan tuottamia mahdollisuuksia käytetään aidosti strategisen suunnittelun pohjana. Osaamisen johtaminen korostuu, kun halutaan hyödyntää organisaatiossa olevia ammattilaisia. Kun organisaation koulutustaso ja asiantuntemus paranevat, johtamisessa on entistä tärkeämpää pystyä hyödyntämään osaamista. Myös informaatio-oikeudella on strateginen ulottuvuus, sillä oikeudelliset tekijät määrittävät mitä saa tehdä ja ne määrittävät myös strategiaan liittyviä riskejä.

Teknologioiden hyödyntämisaosaamisen tasot kuvaavat siis yleisellä tasolla sitä, miten yritykset voivat hyödyntää selvityksen fokuksessa olevia teknologioita ja millaista osaamista tämä edellyttää. Vaikka usein yksittäiset työntekijät työskentelevät organisaatiossa yhdellä tasolla, voi yksittäisillä henkilöillä olla kaikkien tasojen osaamista. Startup-yrityksissä on tyypillistä, että yrityksen johto sekä luo strategiaa että osallistuu tuotekehitykseen.

Toimialaosaaminen leikkaa läpi kaikkien edellä kuvattujen tasojen. Laite- ja ohjelmistovalmistajien on hyvä ymmärtää, mihin heidän tuotteitaan käytetään ja muokata tuotteita näiden tarpeiden mukaan. Operationaalisella tasolla korostuu toimialalla tyypillinen osaaminen, koska robotiikan ja massadatan hyödyntäjät työskentelevät oman toimialansa tehtävissä. Strategisella tasolla johdon on tunnettava toimiala ja ennen kaikkea asiakkaiden tarpeet.

3.3 Osaamistarpeiden arvottaminen

Selvityksessä haastateltiin useita kymmeniä yrityksiä ja asiantuntijoita ja käytettiin muita tiedonhankinnan menetelmiä osaamistarpeiden kartoittamiseksi. Kaikki osaamistarpeet eivät kuitenkaan ole keskenään samanarvoisia, sillä joillakin voi olla Suomen elinkeinoelämän menestyksen kannalta muita suurempi merkitys. Keskeinen kysymys on, miten osaamistarpeita arvotetaan suhteessa toisiinsa ja millainen merkitys niillä on Suomelle. Tässä työssä osaamistarpeita on analysoitu hyödyntäen kuvassa 7 esitettyä viitekehystä.

Selvityksessä havaitut osaamistarpeet on luokiteltu sen perusteella, kuinka suurta osaajien määrää tunnistettu osaamistarve koskee ja kuinka merkittävä osaamistarve on yritysverkostolle. Jos tarvittavien osaajien määrä on suuri, tarpeen täyttämisen kautta voidaan auttaa suurta määrää osaajia ja yrityksiä. Mikäli osaamistarve on merkittävä yritysverkostolle, voi osaamistarve olla merkittävä sen vuoksi, että osaamisen puute on pullonkaulana laajemman arvoketjun toiminnalle, tai osaamisen myötä Suomeen voisi syntyä vahvempia ekosysteemejä tai osaamiskeskittyviä.

Merkitys yritysverkostolle	Merkittävä	Osaamistarpeet, joissa osaajien määrän tarve on pieni, mutta jotka ovat merkittäviä yritysverkostolle.	Osaamistarpeet, joissa osaajien määrän tarve on suuri ja jotka ovat merkittäviä yritysverkostolle.
	Vähäinen	Osaamistarpeet, joissa osaajien määrän tarve on pieni ja jotka eivät ole merkittäviä yritysverkostolle.	Osaamistarpeet, joissa osaajien määrän tarve on suuri, mutta jotka eivät ole merkittäviä yritysverkostolle.
		Pieni	Suuri
		Osaajien määrä	

Kuva 7. Osaamistarpeiden arvottamisen viitekehys.

3.4 Osaamistarpeiden kytkeytyminen toiminnallisiin kokonaisuuksiin

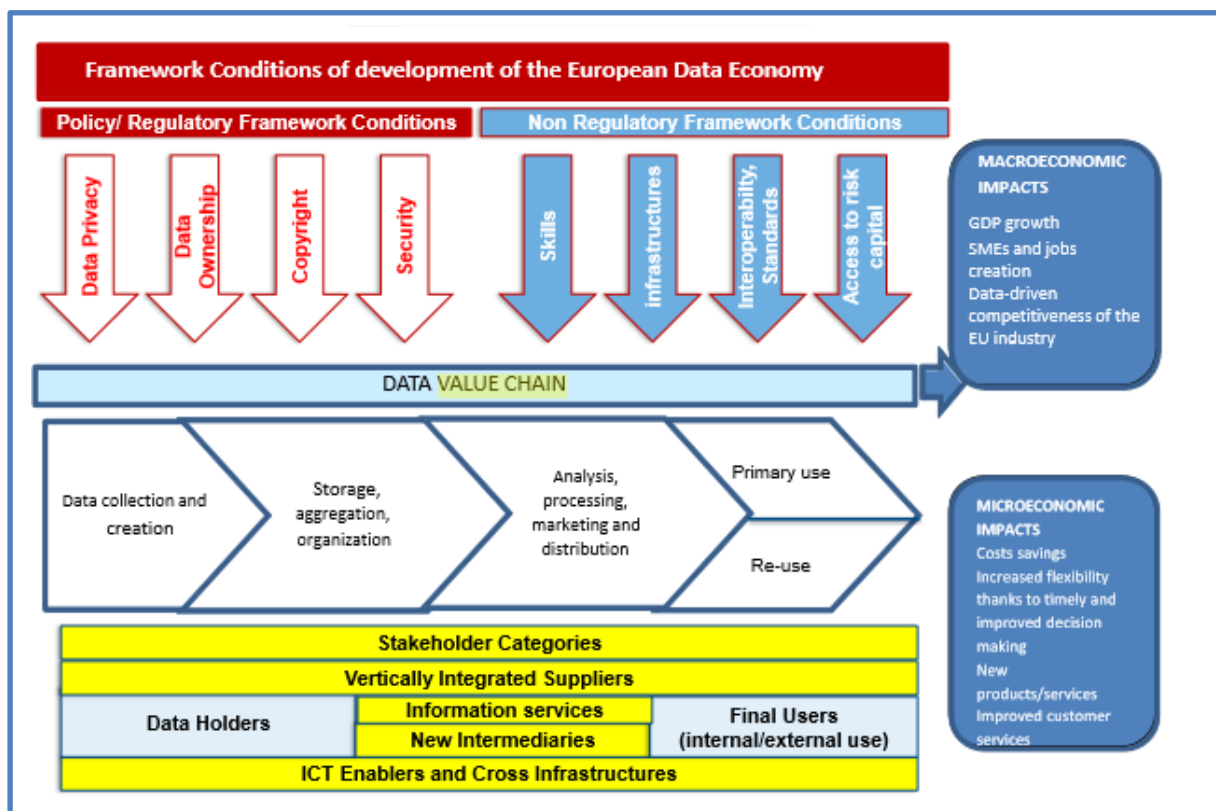
Arvoketjujen tarkastelu osoittaa miten moninaisilla tavoilla osaaminen ja eri osaamisalueet kytkeytyvät toisiinsa. Kuva 8 havainnollistaa datan arvoketjua ja sen osa-alueita sekä siihen liittyviä monimuotoisia osaamistarpeita, tiedon hyödyntämisen tarpeita sekä vaikutuksia liiketoimintaan ja koko kansantalouteen. Jäljempänä tässä luvussa on kuvattu robotiikan sekä massadatan arvoketjuja.

Datan arvoketju

Kuvassa 8 *Datan arvoketju* havainnollistaa, miten arvo syntyy eri yritysten ja toimijoiden välillä. Arvoketjuanalyysin avulla voidaan tunnistaa koko arvoketjun tai toimialan kehitykseen liittyvät osaamistarpeet ja toisaalta erottaa siihen heikommin vaikuttavat kokonaisuudet. Kapeatkin osaamistarpeet voivat kuitenkin joskus muodostaa pullonkaulan koko arvoketjulle, jos yritykset eivät pysty toteuttamaan liiketoimintaansa muiden yritysten osaamiseen liittyvien puutteiden vuoksi. Pullonkauloja analysoitaessa on mietittävä, voidaanko vastaava osaaminen hankkia jostain muualta. Esimerkiksi laitevalmistuksen osalta laitteita voidaan maahantuoda, jolloin laitevalmistuksen haasteet eivät välttämättä muodostu ongelmaksi arvoketjun muille yrityksille. Huolto ja asennus puolestaan on usein kustannustehokasta järjestää paikalliseen osaamiseen pohjautuen. Tämä kokonaisuus on otettu huomioon aineiston keräämisen ja analysoinnin yhteydessä, jotta tarkasteltavat osaamistarpeet muodostaisivat merkityksellisiä kokonaisuuksia.

Datan arvoketju lähtee datan luomisesta ja keräämisestä. Tätä havainnollistaa ICD:n laatima kuvaus arvoketjusta (kuva 8). Datan arvoketju voi sijaita yhden organisaation sisällä, mutta yhä useammin se ylittää organisaatioiden rajat. Erilaiset arvoketjut voivat sivuta ja risteytyä luoden verkostoja ja datan hyödyntämisen ekosysteemejä.

Datan arvoketjun eri osissa tarvitaan erilaisia taitoja. Esimerkiksi säätelyyn liittyvien rajoitteiden huomioiminen vaatii riittävää lainsäädännöllistä osaamista.

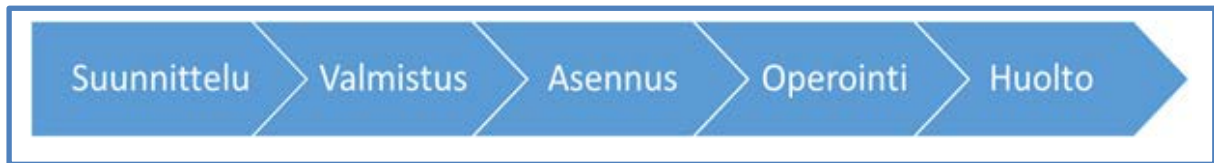


Kuva 8.

Datan arvoketju.

Robotiikan arvoketju

Samoin kuin datan arvoketjussa myös robotiikan arvoketjun eri osissa tarvitaan erilaista osaamista. Suunnittelu ja valmistus ovat robotiikkateollisuuden keskeisiä toimintoja. Huomattava osa robotiikasta on tuontitavaraa ja tämä osa arvoketjusta sijaitsee aina osittain ulkomailla. Vastaavasti suomalaiset robotiikkayritykset, kuten Zenrobotics, tähtäävät vahvasti vientiin. Asennus ja huolto ovat pääsääntöisesti paikallisia toimenpiteitä, mutta toteutettavissa liikkuvalla henkilökunnalla.



Kuva 9 Robotiikan arvoketju.

Yksi kiinnostavimmista robotiikan arvoketjun (kuva 9) osista on operointi. Sen toimintalogiikassa koetaan tulevaisuudessa oleellisia muutoksia. Esimerkiksi etävalvonta mahdollistaa operoinnin siirtymisen etävalvontakeskuksiin, joita Suomeenkin perustetaan (esim. ABB ja Sandvik). Etävalvontakeskuksia perustavat tyypillisesti juuri robottien valmistajat, jotka näin kasvattavat osuuttaan arvoketjusta. Monet laitevalmistajat ovat kasvaneet jo pitkään siirtymällä palveluihin eli ennen kaikkea huoltoon ja asennuksiin. Nyt myös operointi voi siirtyä laitevalmistajille. Näin ollen yksittäiset yritykset voivat tulevaisuudessa hallita kokonaisia arvoketjuja.

Toisaalta älykkään robotiikan ja automaation laajeneminen yhä uusille toimialoille, kuten palveluihin, luo tulevaisuudessa aivan uudenlaisia robottioperaattoreita. Näiden toimenkuvat ovat vasta syntymässä, mutta on mahdollista, että esimerkiksi tulevaisuudessa siivouksen kaltaisissa tehtävissä robotti tarvitsee ihmisen apua vain kun se kohtaa esteitä (kynnykset, portaat jne.). Tällöin tulevaisuuden ammattisiivoojat ovatkin lähinnä robottioperaattoreita. Robotit tekevät työn, mutta ihmiset auttavat niitä tarvittaessa. Samalla näin syntyviin uusiin työtehtäviin tarvitaan myös uudenlaisia osaajia.

Massadatan ja robotiikan ekosysteemit

Ekosysteemi kuvaa ryhmää yrityksiä ja muita toimijoita, joiden menestys on jollakin tavalla riippuvainen koko ekosysteemin eli muiden yritysten menestyksestä. Kutinlahti ja Hämäläinen (2016) erottavat kaksi eri ekosysteemityyppiä: Liiketoimintaekosysteemi vastaa käytännössä yritysten välistä riippuvuutta uusien teknologioiden ja markkinoiden kehittämisessä. Innovaatioekosysteemi taas on muodollisesti koordinoitu verkosto, jolla pyritään kehittämään ekosysteemin kilpailukykyä parantavia innovaatioita. Osaaminen on ekosysteemien kehittymisen ja toiminnan kannalta merkittävää, sillä hyvä osaaminen voi veturiyritysten menestyksen tai merkittävien innovaatioiden kautta nostaa muitakin yrityksiä kasvuun.

Ekosysteemi-käsitteen käyttö alkoi yleistyä analysoitaessa kannettavien laitteiden käyttöjärjestelmiä. Applen iOS, Googlen Android ja Microsoftin Windows kävivät myös ekosysteemien kisaa. Paras käyttöjärjestelmä veti puoleensa sovelluskehittäjiä, mikä taas veti puoleensa käyttäjiä. Näin ollen yksittäisen sovelluskehittäjän menestys riippui siitä, tukiko sen sovellus sopivaa käyttöjärjestelmää. Vielä kriittisempää oikea valinta oli laitevalmistajille.

Vastaavaa kehitystä on tapahtumassa myös massadatassa (esim. Demchenko, de Laat, Memeberg 2014). Datan merkityksen kasvu vaikuttaa mm. tietojärjestelmäarkkitehtuureihin ja teknologisiin standardeihin, jotka taas vaikuttavat ekosysteemeihin. Massadatan osalta on olemassa yksittäisten toimittajien, kuten IBM:n ja Amazonin teknologioita. Vastaavasti on yhteenliittymiä, jotka kehittävät yhdessä arkkitehtuureja datan paremmaksi hyödyntämiseksi. Yksi kiinnostavimpia tekniikoita ekosysteeminäkökulmasta on Hadoop, joka mahdollistaa palvelimien skaalautuvan käytön datan hyödyntämisessä. Hadoopiin perustuvia tuotteita tulee useilta eri toimittajilta, joten tätä voidaan pitää yhtenä liiketoiminnallista ekosysteemiä yhdistävänä teknologiana. Kiinnostavuutta lisää se, että Hadoop on avoimen lähdekoodin ohjelmisto.

Robotiikassa tilanne on myös mielenkiintoinen. Tähän asti robotit on toimitettu yhdessä ohjelmistojen kanssa. Nähtävissä on kuitenkin paradigman murros, jossa laite- ja ohjelmistotoimijat alkavat eriytyä. Uusia ekosysteemejä voi kehittyä, jos oletetaan, että robotit alkavat vaihtaa dataa keskenään. Teoriassa esimerkiksi miehittämätön laiva saattaa satamaan tullessaan kertoa satamalle mitä sillä on lastina sekä jakaa esimerkiksi huoltotarpeensa. Satama taas jakaa lastitiedon robottilastinpurkajille, jotka kutsuvat automaattirekat noutamaan kukin oman kuormansa. Lisäksi satama kutsuu laivalle tarvittavan huollon. Tämä kaikki edellyttää yhdessä sovittuja tiedonvaihtostandardeja. Näkökulma on vielä futuristinen, mutta voi olla täysin mahdollinen jo alle 10 vuodessa.

Osaamiskeskittymät

Osaamiskeskittymä tarkoittaa toimijoiden yhteenliittymiä, joissa valittuun teemaan liittyvää osaamista kehitetään. Osaamiskeskittymät voivat olla joko maantieteellisiä tai virtuaalisia. Maantieteellinen osaamiskeskittymä syntyy, kun saman alan toimijat keskittyvät ja verkostoituvat samalla alueella. Virtuaalinen osaamiskeskittymä voi nojata joko formaalisti sovittuun rakenteeseen, kuten strategisen huippuosaamisen keskittymät SHOKit, joilla on ollut mm. oma rahoitus. Toisaalta ne voivat olla myös epämuodollisempia toimijoiden yhteenliittymiä.

Osaamiskeskittymät ovat merkittäviä mm. tutkimus- ja kehittämishankkeiden koordinoimisessa, kuten tutkimusrahoituksen hakemisessa. Osaamiskeskittymillä on suuri merkitys toimialan kehittämisessä, mm. markkinoiden luomisessa sekä lainsäädäntöön vaikuttamisessa. Etenkin massa- ja omadatan kohdalla on merkityksellistä kehittää lainsäädäntöä ja ainakin tunnistaa ne tekijät, jotka vaikuttavat markkinan kehitykseen. Näin ollen osaamiskeskittymän merkitys voi olla laajempi kuin vain osaamisen kehittäminen tai tuotekehitys.

4. Koulutustarjonta

Tämän selvityksen yksi tavoite oli tarkentaa kuvaa siitä, miltä aloilta valmistuvia opiskelijoita työllistyy massadatan ja robotiikan pariin. Koulutuksen merkitystä voidaan lähestyä aiemmin luvussa 4 esitetyn hyödyntämisosuamisen tasojen kautta. Strategisen tason osaamista tuottavat tyypillisimmillään esimerkiksi kaupallisen, oikeustieteellisen tai teknillis-taloudellisen alan koulutusohjelmat, jotka keskittyvät harvoin suoraan massadataan tai robotiikkaan. Operationaalisen tason osaamista voi syntyä melkein mistä koulutuksesta tahansa sellaisilla aloilla, joissa hyödynnetään tai voitaisiin hyödyntää massadataa tai robotiikkaa. Teknisen tason osaamista puolestaan tarjoaa tekninen koulutus, jossa massadata tai robotiikka voi olla jopa pääosissa.

Monenlainen koulutus voi olla relevanttia massadatan, omadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation liiketoiminnallisessa hyödyntämisessä. Joissakin koulutusvaihtoehdoissa massadata ja robotiikka ovat keskeisessä asemassa ja joissain toisissa niiden rooli on pienempi. Tässä yhteydessä esitetään kuitenkin keskeisintä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen koulutustarjontaa. Tiedot perustuvat yliopistojen omiin nettisivuihin, haastatteluihin ja jossain määrin oppilaitoskyselyn tuloksiin. Muutamaa vastaajaa lukuun ottamatta kyselyssä ei nostettu esiin varsinaisia robotiikan ja massadatan koulutusohjelmia, vaan kuvaus perustuu siihen, miten näitä teemoja opetettiin muiden koulutusalojen sisällä. Luvuissa 4.1 ja 4.2 keskitytään pääasiassa kokonaisuun koulutusohjelmiin tai syventymisvaihtoehtoihin.

Kotimaisen yliopistotoiminnan lisäksi osaaminen kehittyy myös kansainvälisissä verkostoissa. Yliopistoilla ja yrityksillä on omat yhteistyöfooruminsa. Tällainen on esimerkiksi eurooppalainen Big Data Value Association (<http://www.bdva.eu/>), joka toteuttaa yhteisiä tutkimushankkeita. Suomesta yhteisössä on mukana vain VTT, mutta esim. Saksasta yhteisöön kuuluu suuria yrityksiä.

Tampereen teknillinen yliopisto on datan käyttöä kehittävässä tutkimuksessa yhteistyössä Center for Visual & Decision Informatics -keskuksen kanssa. Se on University of Louisiana ja Drexel Universityn perustama, ja se toteuttaa yhteistyöhankkeita yliopistojen ja yritysten välillä. Suomesta toiminnassa ovat mukana mm. M-Brain ja Tieto, ja Suomen osalta toimintaa rahoittaa Tekes.

4.1 Massadatan opetustarjonta

Suomessa on useita massadataan liittyviä koulutusohjelmia. Yleistäen voidaan sanoa, että kaikki tietojenkäsittelytieteen tai sovelletun matematiikan koulutusohjelmat tuottavat massadatan osaajia. Lisäksi aihealueen tutkimusta ja opetusta on ainakin kielitieteessä sekä biotieteissä. Yksittäisinä kursseina osaamista on integroitu myös useisiin insinööriohjelmiin, joissa datan merkitys on korostunut. Tässä esitettävä luettelo ei ole täysin kattava, mutta antaa hyvän kokonaiskuvan siitä, millaisia massadataan liittyviä koulutusohjelmia Suomen yliopistoissa tarjotaan. Ammattikorkeakoulut käsitellään selvityksessä suppeammin tehdyn kyselyn pohjalta. Tämä on perustelua siksi, että kyselyn pohjalta on pääteltävissä, ettei massadataan kohdistuva opetus ole ammattikorkeakoulussa kovin laajaa. Massadatan merkitys on kuitenkin huomattu myös ammattikorkeakoulukentässä, mikä näkyy mm. aiheesta tehdyissä opinnäytteissä.

Suomessa on vahva data-analytiikan tutkimusosaaminen ja teema on tärkeä monissa yliopistoissa. Suomen yliopistoista kuusi on nostanut data-analytiikan tai sen lähitieteet ICT-tutkimuksena yhdeksi painopisteeksi. Monissa näistä on tai on ollut Suomen Akatemian

huippuyksiköitä. Suomen Akatemia on lisäksi myöntänyt ICT2023 -hankkeen big data -haussa yhteensä 5,5 miljoonaa euroa tutkimusrahoitusta. Suomen Akatemian yliopistoille tarjoama profiloitumisrahoitus luo mahdollisuuksia kehittää massadataan liittyvää tutkimusta ja koulutusta pidemmälle. Laajemmin data-analytiikan tutkimusta Suomessa kuvaa Suomen Akatemia (2016; lausunto periaatepäätöksestä).

Aalto-yliopistossa on useita massadataan liittyviä koulutusohjelmia varsinkin maisteritasolla. Kandidaattitasolla bioinformaatioteknologia tukee suoraan massadatan keskeistä sovellus-aluetta, bioinformatiikkaa. Maisteritasolla seuraavat koulutusohjelmat liittyvät massadataan eri tavoilla:

- Computer, Communication and Information Sciences - Machine Learning and Data Mining
- Computer, Communication and Information Sciences - Security and Mobile Computing
- Computer, Communication and Information Sciences - Signal, Speech and Language Processing
- ICT Innovation (EIT Digital Master School) - Cloud Computing and Services
- Mathematics and Operations Research

Helsingin yliopistolla on pitkä historia datamining-aihealueen tutkimuksesta. Helsingin yliopistossa datatiede (data science) on eriytetty vuodesta 2014 lähtien omaksi koulutusohjelmakseen tietojenkäsittelytieteen alaisuuteen. Siinä yhdistyvät algoritmien, data-analytiikan ja koneoppimisen sekä hajautettujen järjestelmien ja tietoliikenteen erikoistumislinjat. Nämä linjat jatkavat erikoistumisvaihtoehtoina. Tämän lisäksi merkittävä koulutusohjelma on tilastotiede, jonka alla tutkitaan mm. bioinformatiikkaa sekä koneoppimista. Data-analyysillä on huomattava osuus muissakin oppiaineissa kuin tietojenkäsittelytieteen ja tilastotieteen aloilla. Kiinnostava kokonaisuus on myös kieliteknologia, jonka pääaineopetus on Helsingin yliopistossa, mutta aihetta käsitellään myös muissa yliopistoissa. Kieliteknologia kehittää mm. menetelmiä suurten tekstimassojen hallintaan. Tämä osaaminen korostuu, kun suurista aineistoista etsitään relevanttia materiaalia. Datan merkityksen kasvu opetuksessa ja tutkimuksessa näkyy mm. siinä, että systeemibiologian professoriksi Helsingin yliopiston lääketieteellisen tiedekuntaan on nimetty tekniikan tohtori, jonka osaaminen on nimenomaan tietojenkäsittelytieteessä ja dataosaamisessa.

Aalto yliopistolla ja Helsingin yliopistolla on yhteinen tutkimusinstituutti Helsinki Institute for Information Technology (HIIT). HIIT toteuttaa sekä soveltavaa että perustutkimusta informaatioteknologiasta ja data-analytiikka on yksi sen keskeisistä alueista. HIIT:n yksi tavoite on parantaa Helsingin kansainvälistä kilpailukykyä IT-alalla ja helpottaa kansainvälisten osaajien rekrytointia.

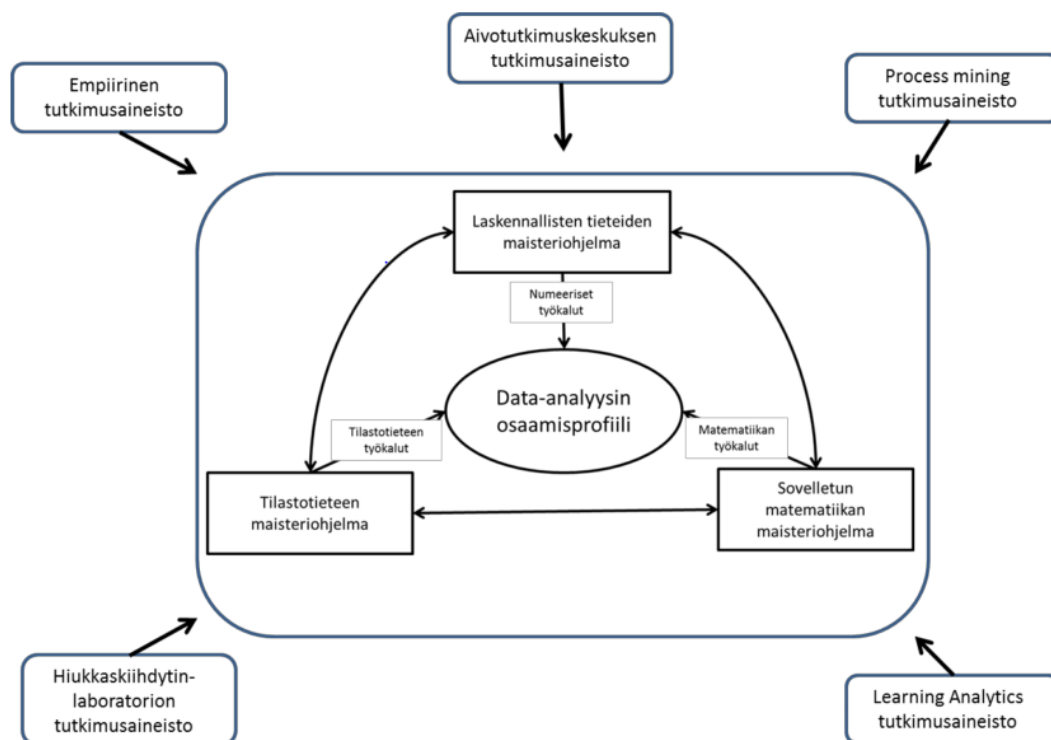
Tampereen yliopistossa on tietojenkäsittelyn koulutusohjelmassa laskennallinen massadatan analyysin maisteriohjelma. Kandidaattitasolla on lisäksi tarjolla aiheeseen liittyviä kursseja. Laskennallisen massadatan ohjelma korvaa Tampereen yliopistossa tilastotieteen maisteriohjelmat. Tämä korostaa data-analyysin merkittävää roolia yliopiston painotuksissa. Tampereen yliopiston informaatiotutkimuksen laitoksella yhtenä painopisteenä on tekstimuotoisten aineistojen data-analyysi.

Tampereen teknillisen yliopiston opetusohjelmassa on machine learning (koneoppiminen) -kokonaisuus kandidaattitasolla sekä lisäksi data engineering and machine learning -maisteriohjelma. Nämä kokonaisuudet liittyvät massadatan käsittelyyn. Tampereen teknillisellä yliopistolla toimii kampusklubi, joka tarjoaa yhteisiä tiloja opiskelijoille, yrityksille ja tutkijoille. Tiloissa järjestetään mm. hachatoneja (intensiivinen lyhykestoinen tapahtuma, jonka aikana ihmiset kokoontuvat yhteen suunnittelemaan ja toteuttamaan erilaisia ohjelmistoja tai

sovelluksia). Tampereen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto ja Tampereen ammattikorkeakoulu ovat myös lähentyneet toisiaan ja opiskelu oppilaitosrajojen yli on mahdollista.

Turun yliopistossa data-analytiikka on tietojenkäsittelytieteen pääainevaihtoehtona. Lisäksi Turussa voi opiskella maisteritasolla bioinformatiikkaa, matematiikkaa ja tilastotiedettä. Massadata ei ole varsinaisesti oma teemansa tilastotieteen opinnoissa, mutta tutkinto antaa vaadittavat analyysi- ja ICT-valmiudet.

Jyväskylän yliopisto on profiloitunut selkeästi data-analyysiin, jonka roolia havainnollistaa kuva 10. Aiheeseen liittyy kolme koulutusohjelmaa; laskennallisten tieteiden maisteriohjelma, tilastotieteen maisteriohjelma sekä sovelletun matematiikan maisteriohjelma. Data-analyysi kytkeytyy myös yliopiston tutkimusteemoihin; aivotutkimukseen, hiukkaskiihdytinlaboratorioon, oppimistietoon (learning analytics) jne. Jyväskylän viitekehys osoittaa erinomaisesti, miten samoja menetelmiä voidaan hyödyntää niinkin erilaisilla aloilla kuin kasvatustieteissä ja hiukkasfysiikassa.



Kuva 10 Data-analyysin opetus Jyväskylän yliopistossa (Lähde: Jyväskylän yliopisto)

Itä-Suomen yliopistossa massadata on yksi tietojenkäsittelytieteen keskeisiä koulutussuuntia. Tietojenkäsittelytieteen alalla massadataan liittyviä opintosuuntia ovat koneoppiminen, laskennallinen älykkyys ja liiketoimintakeskeinen datatiede. Näistä liiketoimintakeskeinen datatiede on ohjelma, jota ei muissa Suomen yliopistoissa ole. Tietojenkäsittelyn osalta on kuitenkin vaikea rajata, mitkä ohjelmat käsittelevät massadataa. Hyvä esimerkki on Itä-Suomen yliopiston väri- ja kuvateknologian oppimissuunta. Siinä korostuvat mm. hahmontunnistus, konenäkö ja koneoppiminen. Opintosuuntaa ei varsinaisesti esitellä massadataan liittyvänä, mutta se selkeästi antaa valmiuksia kehittää kuvien automaattista tunnistusta.

Oulun yliopisto tarjoaa yksittäisiä kursseja massadatan sekä kesäkoulun aiheesta. Suorien massadatakursseiden lisäksi tekoälyn ja koneoppimisen sekä prosessidynamiikan kursseilla hyödynnetään laajoja tietoaineistoja. Oulun yliopisto suunnittelee datatieteen opettamisen laajentamista poikkitieteellisesti. Tilastotieteen opetusta kehitetään myös voimallisesti perinteisestä tilastotieteestä vastamaan datatieteen vaatimuksia.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto on nostanut strategiassaan datatieteen poikkileikkäväksi teemaksi koko yliopistossa. Suoraan data-analyysin nimellä nimettyjä koulutusohjelmia ei ole, mutta analytiikkaan liittyviä maisteriohjelmia on tarjolla mm. kauppatieteissä: Tietojohtaminen ja johtajuus sekä Strategic Business ja Finance Analytics ja tuotantotaloudessa Business Analytics.

Ammattikorkeakoulujen osalta kyselyissä ei noussut esiin yhtään tutkintokokonaisuutta, joka olisi liittynyt massadataan, vaan aiheita opetettiin yksittäisinä kursseina mm. tietotekniikassa. Esimerkiksi Karelia-ammattikorkeakoulu nosti esiin sen, että heillä on käytössään Hadoop-tekniikkaa ja massadataan liittyen on tehty myös opinnäytteitä. Vahvimmin massadatan opetus nousi esiin Lapin ammattikorkeakoulussa. Sielläkin massadatan opetus on kuitenkin osa muita koulutusohjelmia, eikä itsenäinen kokonaisuus. Kyselyyn vastanneet ammattioppilaitokset eivät käytännössä opettaneet massadattaa, eivätkä pitäneet opetuksen järjestämistä ammattioppilaitoksissa tarkoituksenmukaisena.

Massadataan liittyvää täydennyskoulutusta on tarjolla runsaasti vaihdellen erilaisista tietokantakoulutuksista IoT-koulutukseen ja datan merkitykseen liiketoiminnalle. Keskeisiä täydennyskouluttajia ovat mm. Sovelto, Tieturi, Saranen Consulting ja AaltoPro. Lisäksi Tampereen yliopistolla ja Tampereen teknillisellä yliopistolla on täydennyskoulutusta aiheesta. Täydennyskoulutuskokonaisuudet ovat tyypillisesti muutaman päivän mittaisia kursseja, joiden päivähinnat ovat noin 700–800 €. Saranen Consulting toteuttaa myös rekrytoivia F.E.C. -koulutusohjelmia (further education with companies). Nämä ovat noin puoli vuotta kestäviä työvoimapolitiittisia ohjelmia, joihin kuuluu parikymmentä päivää lähiopetusta sekä työssäoppimista.

4.2 Älykkään automaation ja robotiikan koulutustarjonta

Automaatio on kokonaisuudessaan laaja alue, jota opetetaan useissa eri koulutusohjelmissä. Varsinaisia robotiikan koulutusohjelmia on vain Aalto-yliopistossa ja Tampereen teknillisessä yliopistossa. Tämän lisäksi Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa opetetaan yksittäisiä robotiikan kursseja. Oulun yliopistossa robotiikka nojaa vahvemmin tekoälyyn ja muihin kokonaisuuksiin, joihin on viitattu jo massadatan yhteydessä. Älykkään automaation ja robotiikan koulutustarjonta onkin vaikeasti rajattava kokonaisuus. Esimerkiksi silloin, kun älykkäällä automaatiolla tarkoitetaan ohjelmistorobotiikkaa, siihen liittyvät myös esimerkiksi massadatan yhteydessä esitetyt koneoppimisen kokonaisuudet.

Aalto-yliopistossa robotiikkaa opetetaan systeemi- ja automaation laitoksella. Kandidaattiohjelman "Automaatio- ja informaatioteknologia" pääaineessa "Automaatio ja systeemitekniikka" robotiikka on pakollinen kurssi. Maisteriohjelman "Automation and Electrical Engineering" pääaine "Control, Robotics and Autonomous Systems" sisältää pakollisina opintoina robotiikalle välttämättömiä taustateorioita ja vaihtoehtoisina opintoina noin 20 opintopistettä robotiikkaa. Sivuaineopintoina tarjolla kandidaattitason "Automaatio- ja systeemitekniikan" sivuaine, johon sisältyy robotiikan peruskurssi, sekä maisteritason "Control, Robotics and Autonomous Systems" -sivuaine, johon mahdollista sisällyttää robotiikkaopintoja.

Kokonaisuudessaan Aalto-yliopistossa on kolme robotiikan professuuria (älykäs robotiikka, autonomiset järjestelmät sekä mikro&nano-robotit). Suurin osa robotiikan koulutuksesta liittyy perinteiseen teollisuusrobotiikkaan. Modernimpaa, eli esimerkiksi liikkuvaa robotiikkaa opiskelee vain pieni määrä opiskelijoita. Myös Tampereen teknillisessä yliopistossa automaation laitoksella voi opiskella robotiikkaa. Suuntautumisvaihtoehdot ovat teollisuusrobotiikka ja autonomiset ulkotilojen robotit.

Ammattikorkeakouluissa älykkääseen automaatioon ja robotiikkaan liittyviä aiheista opetetaan mm. kone- ja tietotekniikan koulutuksessa Turun ammattikorkeakoulussa, kone- ja sähkötekniikan koulutusohjelmissa Savoniassa sekä mekatroniikan koulutusohjelmassa Lahden ammattikorkeakoulussa. Lapin ammattikorkeakoulussa opetetaan mm. anturi- ja ohjaustekniikkaa, automaatiojärjestelmiä, ohjelmoitavaa logiikkaa sekä kenttäväyliä. Tämä ei ole kattava kuvaus kaikesta älykkääseen robotiikkaan ja automaation liittyvästä koulutuksesta. Älykkään automaation ja robotiikan sisältöjä löytyy muistakin tekniikan alan koulutusohjelmista, koska Suomessa koulutetaan laajasti insinöörejä mm. laitevalmistukseen, älykkäiden laitteiden ohjelmointiin sekä automatisoitujen prosessien suunnitteluun.

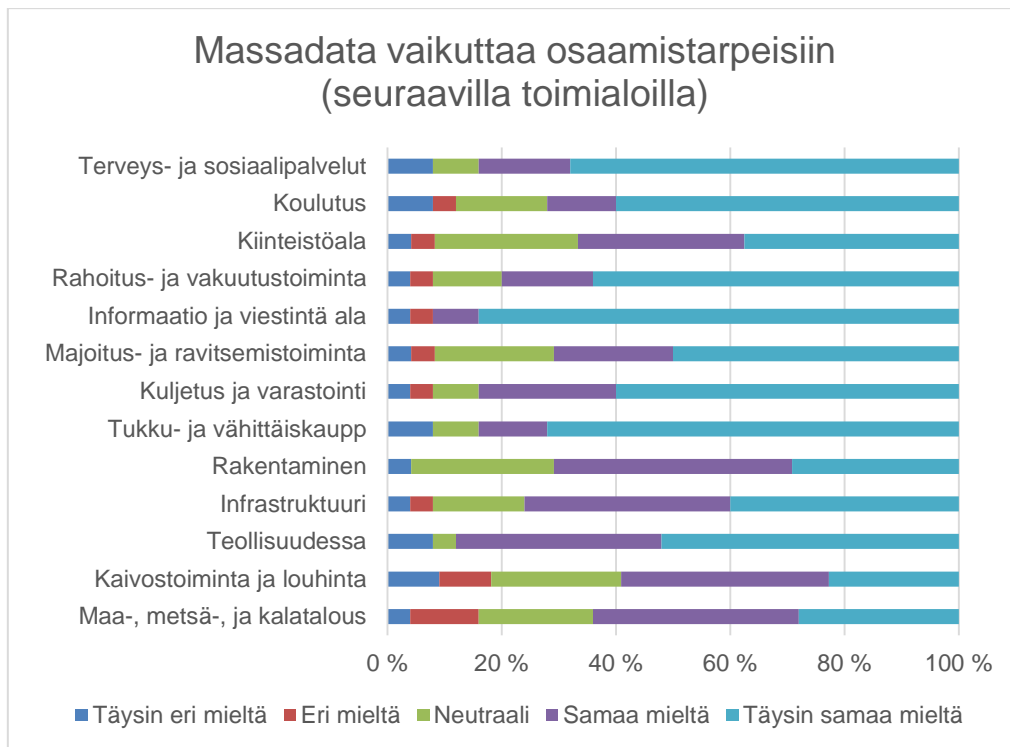
Ammattioppilaitoksissa robotiikka ei noussut niille suunnatussa kyselyssä esiin omana aineenaan. Kyselyyn vastanneet ammattioppilaitokset näkivät älykkään automaation osana automaatio- ja sähköasentajien koulutusta. Jyväskylän ammattiopisto nosti esimerkkinä sen, että heillä on mahdollisuus lähteä Skills/Taitaja -kisaan kilpailemaan robotiikassa niin, että ammattiopiston henkilökunta toimii aiheen asiantuntijoina kisassa. Valkeakosken ammattiopisto ylläpitää Robola-oppimisympäristöä, joka luo puitteet asentajien robotiikkakoulutukseen.

Haastatteluissa täydennyskoulutuksen tarjoajat korostivat, että robotiikan täydennyskoulutuksen tarjonta on vähäistä osittain pienen kysynnän vuoksi. Robotiikan täydennyskoulutusta tarjoavat mm. Tieturi ja TEAK. TEAKin koulutustarjonta on pääosin työvoimapoliittista. Tämän lisäksi ohjelmistoyrityksillä kuten SAS Institutella on omaa koulutusta. Koulutusta on tarjolla data-analytiikan monilla osa-alueilla. Haastatteluissa tuotiin esille, että robotiikan koulutuskysyntä on vielä kohtalaisen vähäistä, mikä näkyy myös tarjonnassa. Täydennyskoulutuksen tarjonnasta huomattavan osan muodostaa muutaman päivän mittaiset kurssit, joiden päivähinta on tyypillisesti 700–800 €. Tämän lisäksi mm. TEAK ja Saranen Consulting järjestävät pidempiäkin ohjelmia, mutta nämä ovat tyypillisesti työvoimapoliittisia koulutuksia.

4.3 Oppilaitosten näkemykset

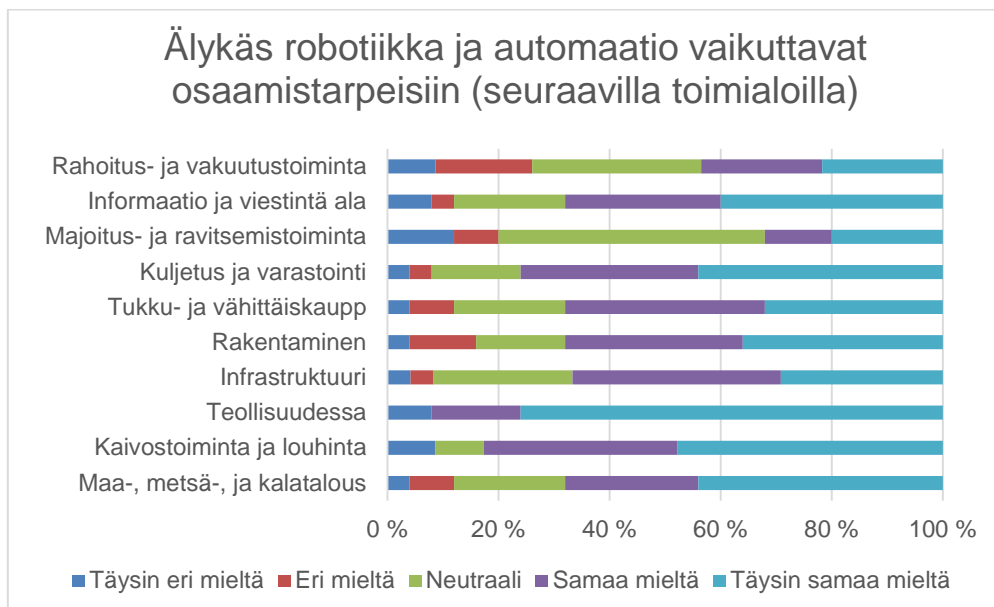
Selvityksessä tiedusteltiin eri koulutusasteiden oppilaitoksilta, miten nämä näkevät elinkeinoelämän osaamistarpeet sekä oman massadatan, omadataan sekä älykkääseen robotiikkaan ja automaatioon liittyvän koulutuksensa sekä osaamisen tulevaisuuden. Oppilaitosten näkemykset perustuvat oppilaitoksille suunnattuun kyselyyn, johon vastasi yhteensä 46 vastaajaa. Lisäksi selvityksessä toteutettiin oppilaitoshaastatteluja, jotka täydentävät kokonaiskuvaa.

Kuva 11 esittää oppilaitosten edustajien näkemyksiä massadatan vaikutuksista osaamistarpeisiin eri toimialoilla. Pääsääntöisesti merkitys nähtiin huomattavana lähes kaikilla eri toimialoilla. Muita vähäisempi merkitys massadatalle nähtiin olevan kaivostoiminnassa sekä maa-, metsä-, ja kalastustoimialoilla.



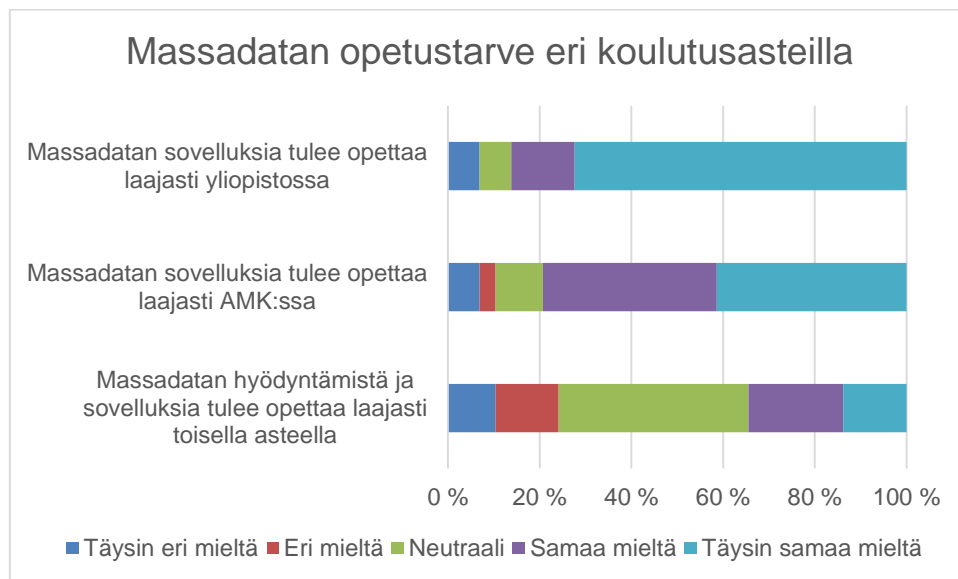
Kuva 11. Massadatan vaikutus osaamistarpeisiin eri toimialoilla.

Kuva 12 esittää älykkään robotiikan ja automaation vaikutuksia osaamistarpeisiin eri toimialoilla. Vaikutukset nähdään laajoina kaikilla toimialoilla. Neutraalien vastausten osuus korostuminen kuvanee osittain sitä, ettei robotiikan mahdollisuuksia vielä täysin tunneta.



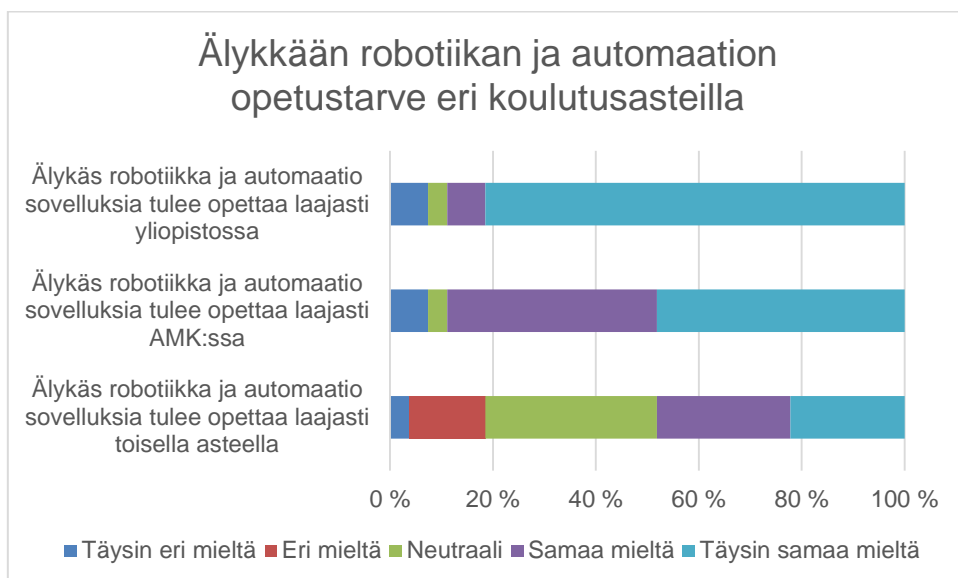
Kuva 12. Älykkään robotiikan ja automaation vaikutus osaamistarpeisiin eri toimialoilla.

Oppilaitokset pitivät sekä massadataa että älykästä robotiikkaa ja automaatiota merkittävänä teknologiana lähes kaikilla eri sovellusalueilla. Massadatan koulutustarvetta pidettiin suurimpana yliopistotasolla, mutta yli puolet vastaajista näki koulutuksen tarpeen suureksi myös ammattikorkeakouluissa (kuva 13).



Kuva 13. Massadatan opetustarve eri koulutusasteilla.

Vastaajilla on vahva näkemys siitä, että älykkään robotiikan ja automaation opetusta tulee tarjota laajasti korkea-asteella (kuva 14).



Kuva 14. Älykkään robotiikan ja automaation koulutustarve eri koulutusasteilla.

Suomessa rakennettu paljon robotiikan oppimiseen liittyvät simulaatioympäristöjä. Niitä käytetään mm. erilaisten koneiden, kuten metsäkoneiden hallinnan opetuksessa. Oppimisympäristöjä on rakennettu myös robotiikalle. Simuloidut ympäristöt mahdollistavat oppimisen vaatiman harjaantumisen.

Massadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation edistämässä poikkitieteellisyys nähtiin tärkeänä toimintamuotona. Poikkitieteellistä toimintaa harjoitetaan jo useissa oppilaitoksissa, mutta käytännössä kaikki kysymystä kommentoineet näkivät tarvetta lisätä koulutuksen poikkitieteellisyttä ja -ammattillisuutta. Automaation ja massadatan sovelluskohteiden välistä yhteistyötä pidettiin tärkeänä. Lisäksi ihmisenäkökulman parempi huomioon ottaminen teknologian soveltamisessa nähtiin tärkeänä. Yhteistyön muodoiksi nähtiin poikkitieteelliset tutkimushankkeet, yhteiset kurssit eri alojen opiskelijoille sekä data-analytiikan sivuainekokonaisuudet. Massadatalta sekä älykkäällä robotiikalla ja automaatiolla nähtiin yhtymäkohtia IoT:n kautta.

Kyselyn perusteella oppilaitokset suhtautuvat eri tavoin siihen, miten koulutuksen vastavuutta työelämään selvitetään ja miten työelämän tarpeita ennakoidaan. Osa oppilaitoksista painottaa jatkuvaa vuoropuhelua paikallisten yrittäjien ja välittäjäorganisaatioiden kanssa, osa taas korostaa opetusministeriön ja opetushallituksen roolia.

Eryteisesti yliopistolliset toimijat korostivat pääsääntöisesti sitä, että data-analytiikan osaajia valmistuu työelämän tarpeisiin nähden liian vähän. Älykkään robotiikan ja automaation osalta osaajavaje ei tullut yhtä selvästi esiin, mutta monet vastaajat katsoivat, että alan koulutusta tulisi laajentaa. Tämä havainto on linjassa haastattelutulosten kanssa. Niissä todettiin, että robotiikan osaajien puute ei ole suuri, mutta toisaalta kaikki osaajat työllistyvät.

Oppilaitokset suhtautuivat varovasti ajatukseen uusista massadatan koulutusohjelmista. Poikkitieteellisyys nähtiin tärkeänä, mutta näkemykset erosivat toisistaan sen suhteen, tukisivatko kehitystä parhaiten kokonaan uudet koulutusohjelmat kuten bioinformatiikka, vai päästäisiinkö tavoitteisiin parhaiten luomalla modulaarisia kokonaisuuksia, jotka mahdollistavat massadatan ja robotiikan sisällyttämisen jo olemassa oleviin opintokokonaisuuksiin. Toisaalta ratkaisuna nähtiin massadatan sivuainekokonaisuudet, joita mm. Aalto-yliopistossa jo järjestetään. Yhtä tärkeänä nähtiin oppilaitosten välinen yhteistyö, jotta jo olemassa olevia resursseja voitaisiin käyttää järkevästi. Lähtökohtana oli, ettei kaikkien oppilaitosten tule tarjota samoja kursseja.

Robotiikan osalta uusiin ohjelmiin suhtauduttiin myönteisemmin. Varsinkin robotiikan sovellusten koulutuksen lisäämistä ammattikorkeakoulutasolla suositeltiin. Myös datan ja IoT:n merkityksen kasvun nähtiin tuovan niin paljon uusia sisältöjä perinteiseen automaatioon, että tämä saattaisi edellyttää uusia koulutusohjelmia. Robotiikkaan liittyvien sisältöjen lisäämistä jo olemassa oleviin ohjelmiin pidettiin tärkeänä. Myös robotiikan osalta kaivattiin poikkitieteellisyttä ja sisältöjä robotiikan mahdollisilta sovellusalueilta.

Täydennyskoulutusta työelämässä oleville tarjotaan vain vähän. Muutama oppilaitos tarjoaa ajankohtaisista aiheista kesäkouluja työelämässä oleville henkilöille ja joillakin oppilaitoksilla on yhteisiä kehityshankkeita yritysten kanssa. Robotiikassa pari oppilaitosta tekee yrityksille räätälöityjä kursseja ja myös IoT:hen liittyvää täydennyskoulutusta on tarjolla. Koulutukselle nähtiin enemmän tarvetta kuin nykyisillä resursseilla voidaan tarjota.

Tutkimustoiminta keskittyy kyselyn mukaan teknisiin yliopistoihin ja tietojenkäsittelytiedettä opettaviin yliopistoihin, joissa on laajoja massadatan liittyviä tutkimushankkeita. Edelläkävijäammattikorkeakouluillakin on aiheeseen liittyvää tutkimusta, joka usein linkittyy suoraan alueen elinkeinotoimintaan. Tutkimus on myös hyvin poikkitieteellistä. Se käsittää

mm. robotiikkaan liittyviä moraalikysymyksiä sekä datavirtojen vaikutuksia yhteiskuntaan laajemmin. Myös humanistit ja yhteiskuntatieteilijät ovat kiinnostuneet näistä teemoista.

Massadataan ja älykkääseen robotiikkaan ja automaatioon liittyvä koulutusvienti on vielä vähäistä. Oppilaitosten henkilökunta on toiminut ulkomailla vierailevina luennoitsijoina ja vientikokeiluita yksittäisten hankkeiden kautta on tehty. Yleinen näkemys on, että osaamiselle olisi kuitenkin kysyntää.

Oppilaitosten mukaan yrityksillä olisi kehitettävää uuden teknologian paremmassa hyödyntämisessä. Suomessa on merkittäviä teknologisia edelläkävijäyrityksiä ja esimerkiksi data-analyysia tekeviä startup-yrityksiä. Koko yrityskentän osaamisessa nähtiin kuitenkin parantamisen varaa. Haastatteluissa esiin tullut investointihalukkuuden puute nousi pullonkaulaksi myös kyselyssä. Tämän katsottiin jarruttavan etenkin älykkään robotiikan ja automaation leviämistä.

5. Yritysten osaamistarpeet

Tässä luvussa kuvataan selvityksessä havaitut suomalaisen elinkeinoelämän osaamistarpeet, jotka liittyvät massadatan, omadatan ja älykkään robotiikan ja automaation hyödyntämiseen liiketoiminnassa. Osaamistarpeita on tunnistettu ensisijaisesti selvityksessä tehtyjen yritys haastatteluiden avulla. Oppilaitosten ja muiden toimijoiden haastatteluja, oppilaitoskyselyn tuloksia sekä selvityshankkeen yhteydessä järjestetyn työpajan tuloksia on hyödynnetty osaamistarpeiden syvällisemmän ymmärryksen saavuttamiseksi. Tässä kuvatut osaamistarpeet ovat kuitenkin pääsääntöisesti juuri yritysten esille tuomia.

Osaamistarpeet on jaoteltu viitekehyksen mukaisesti kolmeen eri tasoon. Nämä ovat liiketoiminnan johtamiseen liittyvät osaamistarpeet (strateginen taso), teknologian soveltamiseen käytännön toiminnassa liittyvät osaamistarpeet (operationaalinen taso) sekä teknologian kehittämiseen liittyvät osaamistarpeet (tekninen taso).

Osaamistarpeita on hyvä tarkastella laajemmin suhteessa työelämän pirstoutumiseen. Sen seurauksena eri ammatteja ja ammattiryhmiä ei enää määritellä yhtä selvästi kuin ennen. Kokonaisuudessaan työ jakautuu yhä enemmän erilaisiin työtehtäviin ja ammattiryhmien rajojen madaltuminen muuttaa osaamistarvetta. Lisäksi mahdollisuus määrittää selkeästi yksittäisiä työtehtäviä mahdollistaa myös niiden ulkoistamisen.

5.1 Liiketoiminnan johtamiseen liittyvät osaamistarpeet

Pk-yritysten johtoon tarvitaan ymmärrystä älykkään robotiikan ja automaation sekä suurten tietoaaineistojen mahdollisuuksista

Selvityksen perusteella Suomessa on paljon yrityksiä, jotka eivät ole vielä täysimittaisesti hyödyntämässä massadatan ja robotisaation mahdollisuuksia. Tämä havainto on linjassa IDC:n (2016) tekemän arvion kanssa. Selvityshankkeen yhteydessä järjestetyssä työpajassa nähtiin, että tämä koskee erityisesti pk-yrityksiä. Startup-yritykset ovat luonnostaan ketteriä, kun taas isoilla yrityksillä on usein enemmän strategista kyvykkyyttä.

Haastatteluissa yhdeksi esimerkiksi pk-yritysten tilanteesta nousivat kappaletavaraa valmistavat yritykset, jotka voisivat hyötyä älykkästä robotiikasta ja automaatiosta jopa muita enemmän. Tämä vaatisi kuitenkin merkittäviä investointeja, joiden suhteen yritykset ovat tällä hetkellä varovaisia. Investointien toteuttamisen yhdeksi jarruksi nähtiin se, etteivät yrityksen operatiivinen johto tai hallitus ymmärrä kaikkia älykkään robotisaation ja automatisaation tuomia mahdollisuuksia ja toimintaympäristön muutosta. Myös palvelualan yrityksissä koettiin olevan puutetta älykkään robotiikan ja automaation mahdollisuuksien ymmärtämiseen liittyen. Erään haastatellun robotiikka-alan yrityksen mukaan palvelusektorin yritykset ovat kiinnostava markkina, mutta tällä hetkellä toimitukset suuntautuvat pääsääntöisesti aloille, jotka ovat hyödyntäneet automaatiota ja robotiikkaa aiemminkin. Näkemys pk-yritysten osaamisvajasta nousi esiin erityisesti robotiikkaa myyvien yritysten haastatteluissa ja oppilaitoskyselyssä.

Suurten tietoaaineistojen hyödyntämiseen nähtiin liittyvän samanlaisia ongelmia. Erään haastatellun asiantuntijan mukaan massadatan osaamisen spektri on laaja eikä suurin osa yrityksistä tiedä miten sitä voisi hyödyntää täysimääräisesti. Julkinen keskustelu ja uusista teknologioista kuuleminen lisäävät jatkuvasti tietoisuutta ja tarvetta toimintaan, mutta haastatellun asiantuntijan mukaan kyvykkyys toimia puuttuu monista yrityksistä.

Massadatan ja robotisaation mahdollisuuksien puutteellinen ymmärtämys koettiin vaikeasti korjattavaksi ongelmaksi haastatteluissa ja työpajassa. Ongelman katsottiin johtuvan osittain puutteellisesta halusta ja kyvystä ottaa riskejä ja investoida, mutta osittain kyse on myös kyvyttömyydestä nähdä miten radikaalisti toimintaympäristö muuttuu, ja toimia sen mukaisesti. Työpajassa arveltiin, että suomalaisten yritysten halukkuus ja mahdollisuudet jatkokouluttaa henkilökuntaansa on yksi syy pk-yritysten huonolle uudistumiskyvylle. Haastatteluissa esitettiin, että tilannetta voitaisiin muuttaa mm. konsultoimalla ja kurssittamalla pk-yritysten johtoa massadatan ja robotisaation mahdollisuuksista sekä kannustamalla yrityksiä verkottumaan sekä hyödyntämään T&K-hankkeita. T&K-hankkeiden katsottiin helpottavan rahoituksen saamista kehittämistoimintaan. Verkostomaiset hankkeet mahdollistavat osaamisen jakamisen sekä muiden pk-yritysten että teknologiaa paremmin tuntevien veturiyritysten kanssa.

Startup-yrityksiin kansainvälistymisen osaajia

Kansainvälistyminen on korkean teknologian startup-yrityksille paitsi eilinehto, usein myös suuri haaste. Selvityksessä haastateltiin sekä massadatan että älykkään robotiikan ja automaation startup-yrityksiä. Korkean teknologian startupeille on tyypillistä, että johdon osaamisessa korostuu teknologiaosaaminen eikä niinkään yritysten kansainvälistymisen ja liiketoiminnan kasvattamisen osaaminen. Haastatellut yritykset kertoivat tarpeistaan rekrytoida kansainvälistymiseen tarvittavia senioritason asiantuntijoita, joilla on sekä toimiala- että liiketoimintaosaamista. Tällaisia henkilöitä on vain vähän varsinkin robotiikan kaltaisilla uusilla toimialoilla ja heitä voi olla vaikeaa rekrytoida vakaista työoloista käynnistysvaiheessa oleviin startup-yrityksiin.

Haastatellut startup-yritykset näyttävät tiedostavan haasteen hyvin, mutta sille ei ole olemassa yksinkertaista ratkaisua. Osaamistarpeena kansainvälistymisosaaminen on vaikea hahmottaa, koska osaamisen nähdään syntyvän ennen kaikkea kokemuksen kautta. Näin ollen siihen ei voida vastata pelkästään kouluttamalla uusia osaajia.

Teknologisen kehityksen eturintamaan teknologiaa ja tietosuojaa ymmärtäviä juristeja

Massadatan ja omadatan hyödyntäjien yhtenä keskeisenä osaamistarpeena on sääntelyympäristöön liittyvä osaaminen. Tämä korostuu ennen kaikkea henkilötietojen käytössä. Niiden merkitys on monissa yrityksissä keskeinen, mutta niiden käyttö on tiukasti säänneltyä. Eräs haastateltu totesi: *“Henkilökohtaisen datan kanssa työskenteleviä yrityksiä voi ahdistaa se, kun on kaikenlaista dataa, koska ei välttämättä osata käsitellä sitä oikein – ja pelätään, että väärinkäsittelystä seuraa sanktiota”*. Tarve tietosuoja-asioihin perehtyneistä ja samalla tekniikkaa ymmärtävistä juristeista nousi esiin useissa muissakin haastatteluissa.

Henkilödatan oikea käsittely on sitä vaikeampaa, mitä useampien teknologiapartnereiden kanssa ja mitä useammilla lainsäädännöltään poikkeavilla alueilla toimitaan. Eräs haastateltu yrityksen edustaja kertoi, että edes maailman johtavat asiantuntijaorganisaatiot eivät aina kykene antamaan ns. oikeita vastauksia siihen, miten dataa tulisi kompleksisissa tilanteissa käsitellä. Toimiminen tällaisessa ympäristössä vaatii juristeista rohkeutta hyväksyä epävarmuutta. Toimivien ratkaisujen löytämiseksi yrityksiltä vaaditaan kykyä kommunikoida yrityksen sisäisesti tuotteiden ja palveluiden kehittämisestä vastaavien ja samaan aikaan ulkoisesti viranomaisten kanssa. Teknologisen kehityksen eturintamassa kulkevat yritykset eivät voi menestyä, jos juristit pyrkivät vain minimoimaan riskit, sillä tällöin uusia liiketoimintamalleja, palveluita ja tuotteita ei saada tehokkaasti käyttöön.

Haastatteluissa nousi esiin näkemys, jonka mukaan koulutuksella voidaan rajatusti vaikuttaa. Juristien koulutuksessa voidaan korostaa riskinäkökulman lisäksi myös tuote- ja palvelukehityksen näkökulmia. Tekniikan ymmärrystä voidaan tuoda esimerkiksi sivuaineopintojen kans-

sa. Haluttujen ominaisuuksien nähtiin kuitenkin syntyvän eritoten teollisuudessa työskentelemisen kautta ja osittain persoonallisuuden myötä.

Palvelumuotoilijoita uusien digitaalisten palvelujen kehittämiseen

Lisääntyvällä datan määrällä on suuri merkitys monien yritysten palvelukehityksessä. Data mahdollistaa uudenlaisten ja asiakaskohtaisesti räätälöityjen palveluiden kehittämisen. Monissa yrityksissä datapohjaisten palveluiden kehittäminen on kuitenkin uutta toimintaa, johon ei löydy riittävää osaamista.

Erään suuren suomalaisen yrityksen edustaja korosti haastattelussa palvelumuotoilun merkitystä yrityksen kilpailukyvyllä datapohjaisessa liiketoiminnassa. Siinä missä olemassa oleviin tietojärjestelmiin liittyvä osaaminen oli yrityksellä hyvin hallussa ja järjestelmien kehittäminen oli hänen mukaansa riippuvainen lähinnä investoinnin panos-tuotossuhteesta, oli palveluiden konseptointia sekä dataa ja markkinoita molempia ymmärtävistä palvelumuotoiluosaajista pulaa. Jos kaikkia osa-alueita ymmärtäviä osaajia ei löydy, pitää kokonaisuus muodostaa useammasta asiantuntijasta.

Kehittynyt data-analytiikka on palvelumuotoilijoille yksi keskeinen työkalu. Palvelumuotoilun lähtökohta on, että asiakkaan ongelmaan tarjotaan mahdollisimman hyvä ratkaisu. Data-analyysin yksi keskeinen mahdollisuus digitaalisille palveluille on, että se antaa oikean kuvan siitä, miten palvelua käytetään. Esimerkiksi palvelusta poistuminen aina määrättyssä kohdassa voi kertoa palvelun toimimattomuudesta. Vastaavasti data-analyysi auttaa tunnistamaan asiakkaan käyttäytymistä ja esimerkiksi nettikauppa voi tämän perusteella suositella asiakkaalle tämän todennäköisesti etsimiä tuotteita. Palvelumuotoilu on yksi datan hyödyntämisen kohteista, mutta myös apuväline uuden liiketoiminnan kehittämiseen. Osaamisen kehittämiseen tarvitaan haastatteluiden mukaan poikkitieteellistä osaamista, mikä on tyypillistä muullekin datan soveltamiselle.

Myynti, viestintä- ja yrittäjyysosaamista eri tasojen asiantuntijoille

Teknologioiden kehitysvauhti on vaikuttanut tapaan, jolla teknologiaa kehitetään ja uutta teknologiaa otetaan käyttöön. Tämä muuttaa yritysten toimintatapoja ja sitä kautta myös yksittäisten asiantuntijoiden rooleja sekä vaatimuksia näiden osaamiselle.

Startup-yritykset korostivat haastatteluissa myyntiosaamisen merkitystä. Tämä korostui konsultointipalveluja myyvissä yrityksissä. Haasteena monille teknisesti lahjakkaille ihmisille voi olla se, etteivät he osaa myydä osaamistaan tai tuotteitaan. Startup-yritysten haastattelut toivat esiin tarpeen myös yrittäjämäiselle asenteelle. Tämä eroaa pelkästä myyntiosaamisesta siinä, että asiantuntijan olisi koko ajan pystyttävä löytämään osaamiselleen ja tuotteilleen uusia asiakkaita ja sovelluskohteita.

Myyntiosaaminen korostuu myös suurissa yrityksissä. Haastateltavat korostivat asiantuntijoiden roolien muuttumisen niin, että mm. tuotekehitysinsinöörit ovat yhä aikaisemmassa vaiheessa asiakasrajapinnassa tekemässä myyntityötä. Tämän takia myös tuotekehitysinsinööreillä täytyisi olla vaadittava myyntiosaamisen taso, mikä tarkoittaa vahvojen viestintätaitojen lisäksi myös kykyä ymmärtää asiakkaan ongelmia.

Laajemmin nämä taidot liittyvät viestintätaitoihin, jotka useat haastateltavat nostivat esiin toivottavana osaamisena kaikille, myös teknisen alan ihmisille. Nopeasti kehittyvät teknologiat luovat uusia tapoja hyödyntää teknologioita eri tavoilla ja yrityksetkin käyvät sisäisesti läpi suuren määrän ideoita, joista vain osaa kehitetään eteenpäin. Tämä lisää tuotekehitysinsi-

nöörien vastuuta kommunikoida uusien kehitysaihioiden merkitystä liiketoiminnan ja asiakkaan kannalta niin, että parhaat aihiot valikoituvat jatkokehityksen kohteiksi.

Kuva 15 vetää yhteen edellä kuvatut, liiketoiminnan johtamiseen liittyvät osaamistarpeet.

Merkitys yritysverkostolle	Merkittävä	Startup-yrityksiin kansainvälistymisen osaajia Teknologisen kehityksen eturintamaan teknologiaa ja tietosuojaa ymmärtäviä juristeja	Pk-yritysten johtoon ymmärrystä älykkään robotiikan ja automaation sekä suurten tietoaisteistojen mahdollisuuksista
	Vähäinen	Palvelumuotoilijoita uusien digitaalisten palvelujen kehittämiseen	Myynti, viestintä- ja yrittäjyys-osaamista eri tasojen asiantuntijoille
		Pieni	Suuri
Osaajien määrä			

Kuva 15. Strategisen tason osaamistarpeet tiivistetysti.

5.2 Teknologian käytäntöön soveltamiseen liittyvät osaamistarpeet

Lisää T-mallin data-analyttikkoja

Datan määrän kasvaessa yritykset tarvitsevat yhä enemmän henkilöitä, jotka osaavat analysoida dataa. Yksi haastatteluiden eniten toistuneista viesteistä oli, että data-analytiikan osaajista on pulaa, joka johtuu sekä data-analytiikkaa taitavien osaajien vähäisestä määrästä että yritysten tarpeisiin sopimattomasta osaamisesta. Osaamiskokonaisuutta, jossa yhdistyy dataosaaminen ja toimialaosaaminen havainnollistetaan T-mallilla. Siinä T:n poikkiviiva kuvaa oman substanssialan syvällistä osaamista ja T:n vaakaviiva sitä, miten osaaminen tarttuu muiden osaamiseen.

Yrityksissä data-analyysia tekee usein kaksi erityyppistä osaajaa: Liiketoimintatiedon hallinnan (business intelligence (BI)) osaaja sekä datatieteilijä (data scientist). Keskeisin ero on se, että BI-osaajat ovat tottuneet tuottamaan raportointitietoja strukturoidusta datasta, kun taas datatieteilijän roolissa täytyy kyetä käsittelemään strukturoimatonta dataa tilastollisin menetelmin. Juuri jälkimmäisistä on selvästi pulaa. Datatiedeosaajilla on haastatteluiden

perusteella vaihteleva koulutustausta, mutta usein nämä ovat opiskelleet esimerkiksi tilastotieteitä, matematiikkaa tai luonnontieteitä. Heidän tehtävissään on tärkeää hallita matemaattis-looginen ajattelutapa, mutta työssä tarvitaan kykyä kehittää tietoteknisiä sovelluksia tai ratkaista käytännön ongelmia osaamiseen pohjautuen. Tämän vuoksi kaikki koulutustaustaltaan sopivat henkilöt eivät käytännössä sovellu tehtävään.

Yksi haastattelun kohteena ollut yritys kuvasi hyvää analyttikkoa yhdistelmäksi tietomallien ymmärrystä, tietokantoihin liittyvää teknistä osaamista, tilastotieteen osaamista sekä yhteistyökykyisyyttä ja liiketoimintaosaamista. Kyvykyys yhteistyöhön ja analytiikan sovellusalueiden ymmärtäminen korostuivat lukuisissa muissakin haastatteluissa. Tämä toteutuu monien haastateltavien mielestä parhaiten niin, että esim. matematiikan ja tilastotieteen osaajat suorittavat laajasti erilaisia sivuaineita sovellusalueilla, joissa data-analyysimenetelmiä voidaan hyödyntää. Esimerkkeinä mainittiin mm. lääke- ja biotieteet sekä liiketaloustieteet.

Monet haastatellut olivat huolissaan siitä, että yliopistoissa rajoitetaan opintojen suoritusoi-keutta, eli valmistumisaikoja koskevat rajoitukset estävät laajojen sivuainekokonaisuuksien opiskelua. Lisäksi toisen tutkinnon suorittamista on vaikeutettu. Nämä muutokset estävät tarvittavien moniosaajien kouluttautumista. Moniosaamista koskevassa keskustelussa on kuitenkin huomattava, etteivät yritykset varsinaisesti kaipaa generalisteja, jotka tietävät vähän kaikesta. Oman ydinosaamisen täytyy haastatteluiden mukaan olla erittäin hyvää. Tähän viittaa sekin, että yritykset palkkaavat data-analyttikoiksi huomattavan paljon tohtoreita tai jatko-opinnoissa pitkälle edenneitä. Toimiva koulutusmalli näyttäisi olevan sellainen, joka antaa opiskelijalle hyvät analyysi- ja datamallinnustaidot sekä lisäksi sovelluskohteen sivuaineena tai useampana erillisenä kokonaisuutena.

Hyviä osaajia tuntui olevan vähän ja näistä haluttiin haastatteluiden mukaan pitää tiukasti kiinni. Muutama palvelu- ja teollisuusyritys totesi haastattelussa, että parhaat osaajat näyttäisivät menevän analyttikkaan keskittyviin yrityksiin. Tämän vuoksi osaamista ostetaan yrityksen ulkopuolelta. Data-analyttikka on kuitenkin monille yrityksille hankalasti ulkoistettavaa ydinosaamista, joten osaamistarvetta voidaan pitää Suomelle merkittävänä ongelmana. Haastatteluissa ilmeni myös, että joitakin osaajia oli rekrytoitu ulkomailta, mutta kovin tyypillinen toimintamuoto tämä ei ollut. Eräs merkittävä kansainvälinen yritys katsoi, ettei ulkomaalaisten osaajien houkuttelu ole helppoa. Todennäköisesti (mm. kirjallisuuskatsauksessa esitetyn työpaikkatarjontaan liittyvän kehityksen valossa) data-analytiikan osaajista on pulaa myös muualla. Siksi ulkomaalaisten osaajien rekrytointi ei voi olla pääasiallinen ratkaisu ongelmaan. Osaajapulan seurauksena kehitystoimintaa on jossakin määrin siirretty ulkomaille. Tämä nousi esille massadataan liittyvien ohjelmistotuotteiden kehityksessä.

Datan käsittely hyödynnettävään muotoon

Toteutettujen haastatteluiden valossa vaikuttaa siltä, että osassa yrityksistä vain pieni osa datasta on hyötykäytössä erilaisten teknisten hyödynnettävyysongelmien takia. Moni haastateltava nosti esiin sen, että datan hyödyntäminen on vaikeaa, koska sen laatu ei ole tarpeeksi hyvä, tai että datavarannot ovat eri järjestelmissä, jotka eivät kommunikoi keskenään. Vielä suuremmaksi ongelma kasvaa, kun pitäisi laajemmin yhdistää dataa, joka on eri organisaatioiden hallussa.

Haastatteluiden mukaan ongelmaan voidaan reagoida aiempaa paremmalla, pitkän aikavälin huomioivalla tietojärjestelmäsuunnittelulla. Esimerkkinä tästä eräs haastateltu yritys kertoi, että yksi suurimmista esteistä massadatan paremmalle hyödyntämiselle ovat yrityskauppojen kautta vähitellen kootut, eri lähteistä syntyneet järjestelmät (legacy-järjestelmät). Tämä

tarkoittaa useista eri lähteistä syntyneitä tietojärjestelmiä, joissa olevaa tietoa on hankalaa yhdistellä ja joissa tiedon laatukin voi olla kyseenalainen. Koska yrityksen operatiivinen toiminta nojautuu edelleen näiden järjestelmien käytön varaan, on yrityksellä vaikeuksia hyödyntää niiden tietoja esimerkiksi massadatan analyysimenetelmin. Tällaisen yrityksen näkökulmasta ongelma onkin ratkaista miten tieto järjestellään data-arkkitehtonisesti oikein. Data-arkkitehdin rooliin haluttiin yrityksessä henkilöitä, jotka pystyvät hyödyntämään erilaisten järjestelmien sisältämää dataa, mutta joilla olisi myös kyvykkyyttä ennakoita tulevia trendejä ja tarpeita. Tätä taitoa verrattiin haastattelussa kaupunkisuunnittelussa vaadittavaan kykyyn nähdä pitkälle kaupungin tulevaan kehitykseen infrastruktuuria suunniteltaessa.

Osittain haasteeseen joudutaan vastaamaan yksittäisten datasettien tasolla. Erään haastattelun suuren, teknistä dataa merkittävissä määrin hyödyntävän yrityksen mukaan data-analyttikoiden työnkuvassa keskeistä on "tiedon talkkarointi" eli datan käsittely siten, että sitä voidaan hyödyntää analytiikkasovelluksissa. Tähän liittyvä ongelma on ns. datafuusio eli eri lähteistä tulevan tiedon käsittely siten, että yhdistelmä on enemmän kuin osiensa summa. Datasettien käsittelyyn liittyvät tarpeet voivat liittyä huonolaatuisen tai puutteellisen datan käsittelyyn, datasettien tekniseen yhdistämiseen tai sisällölliseen yhdistämiseen. Haastatellut yritykset näkivät, että data-analyttikoiden tai analytiikkotiimien rooliin kuuluu tämän tyyppinen datan käsittely. Tähän haasteeseen vastaaminen edellyttää kokemusta, sillä oppilaitoksissa käsitellään yleensä ehjää ja helposti käytettävissä olevaa dataa. Käytännön työtehtävissä datan jalostaminen hyödynnettävään muotoon voi kuitenkin olla suurempi haaste kuin itse analysointi.

Useisiin eri järjestelmiin sitoutuneen tiedon hyödyntämiseen ei ole yhtä selkeää ratkaisua, joka ratkaisisi osaamisvajeen aiheuttamat ongelmat. Pitkällä aikavälillä lähtökohtana voi olla tietojärjestelmäarkkitehtuurien rakentaminen niin, että datan uudelleen käyttäminen helpottuu. Lyhemmällä aikavälillä korostuvat erilaiset datan migraatio- ja yhdistelytekniikat.

Lääketieteellisen data-analytiikan syväosaajia tarvitaan

Poikkitieteellisyys datan hyödyntämisessä nousi esiin monissa haastatteluissa. Mm. yliopistot ovat nostaneet Suomen vahvuudeksi olemassa olevat terveystietorekisterit ja yleisemmin lääketieteellisen tiedon hallinnan. Datat hyödyntäminen lääketieteessä näkyy myös Helsingin yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan professorinimityksissä. Kehityksen suunta on oikea, mutta tarvetta lääketieteellisen datan hyödyntäjille on edelleen. Yhdessä yrityshaastattelussa nostettiin esiin, että tuotekehitystä voitaisiin laajentaa edelleen, jos tarjolla olisi analytiikka- taustaisia henkilöitä, jotka ovat väitelleet lääketieteellisestä sovelluksista. Huomattavaa on, että Suomessa on paljon lääketieteellistä data-analyysia hyödyntäviä yrityksiä (esim. Fimmic, CRF Health) sekä laitevalmistajia (esim. Planmeca). Näin ollen data-analytiikan osaajia voidaan tarvita laajemminkin.

Määrällisesti tohtoritason osaajien tarve suurissakin organisaatioissa rajoittuu joihinkin kymmeniin. Huomattavaa kuitenkin on, että lääketieteellisten laitteiden tuoman datan analysointi on merkittävä osa laitteiden kilpailukykyä ja näin ollen analyysiosaamisella on suurempi merkitys koko laitevalmistukselle. Tämän lisäksi varsinkin kansainväliset yritykset voivat sijoittaa tuotekehitystiimejään sinne, missä osaamista on parhaiten saatavilla. Huippuosaajien lisäksi tuotekehitys luo työpaikkoja myös muille. Näin ollen huippuosaajien puute voi muodostua pullonkaulaksi yritysten ja koko toimialan kasvulle. Lääketieteellisen osaamisen ja dataosaamisen yhdistäminen on Suomessa vahvaa. Tämä on osaltaan ollut luomassa Suomeen alan vahvaa teollisuutta, joka taas on lisännyt osaajien kysyntää. Kyseessä on positiivinen kierre, jota kannattaa vahvistaa edelleen.

Selvityksen tekemisen aikana IBM ilmoitti suunnittelevansa kahden kehitysyksikön perustamista Suomeen. Tarkoituksena on nimenomaan kehittää tekoälysovelluksia lääketieteeseen. Tämän kaltainen kehitys lisää edelleen huippuosaajien tarvetta.

Tiedolla johtamisen osaaminen keskijohdossa

Datan hyödyntäminen edellyttää, että data-analyysin pohjalta voidaan tehdä myös päätöksiä. Haastatteluiden mukaan data-analyysi mahdollistaa sen, että organisaatiot voivat saada toiminnastaan ja tuloksellisuudestaan yhä tarkempaa ja reaaliaikaisempaa tietoa. Tämä tiedon hyödyntäminen edellyttää nykyistä vahvempaa tiedolla johtamisen osaamista. Haastatelluissa nousi esiin näkemys, jonka mukaan datan parempi hyödyntäminen vaatii myös keskijohdon valtuuttamista tekemään päätöksiä erilaisiin reaaliaikaisiin mittareihin perustuen. Siksi tiedolla johtamisen osaamista tulee vahvistaa myös yritysten keskijohdossa.

Selkeimmin tämä tarve nousi esiin haastattelussa, jossa keskusteltiin kauppaketjun ohjauksesta. Perinteisesti kaupan toiminnassa on korostunut operationaalinen tehokkuus, eli mm. varastonkierto, henkilöstömitoitukset jne. Reaaliaikaisempi data-analyysi antaa mahdollisuuden kauppiaille tarkastella strategisemmin mm. tuotevalikoimaa ja sen vaikutusta kannattavuuteen ja asiakastytyvyyteen. Analyysin reaaliaikaisuus auttaa arvioimaan erilaisten päätösten vaikutuksia nopeammin, mikä edellyttää kauppiailta yhä enemmän strategista osaamista.

Data-analyysityökaluja kehittävät yritykset toivat esiin haastatelluissa näkemyksen, että vastaavaa tiedolla johtamisen osaamista tarvitaan laajemminkin yritysten keskijohdossa. Tämä nostaa tarvetta tiedolla johtamisen osaamiselle. Tälle on tarvetta organisaation kaikilla tasoilla, mutta haastatelluissa todettiin, että data-analyysin täysi potentiaali operationaalisen tehokkuuden parantamiseksi voidaan saavuttaa vain, kun keskijohto osaa ja saa hyödyntää data-analyysityökaluja omassa työssään.

Tiedolla johtamisen osaaminen on nouseva osaamistarve. Haastatelluissa ei varsinaisesti arvioitu nykyisen keskijohdon tiedolla johtamisen osaamista vaan painotettiin sitä, että osaamistarve on muuttumassa. Mahdollinen ratkaisu on, että tiedolla johtamista korostetaan yhä enemmän mm. liiketaloustieteen opinnoissa. Yrityksissä tämä osaamistarve vaikuttaa mm. tuleviin rekrytointipäätöksiin.

Robottioperaattorit ja -ohjelmoijat

Robottien käytön osaamista ei nähty merkittävänä pullonkaulana. Lähtökohta oli, että yleistykseen robottien pitää olla niin helppokäyttöisiä, ettei niiden käyttöönotto vaadi taitoja, joita ei voida helposti opettaa. Tällä hetkellä yhtenä jarruttavana tekijänä automaation yleistymisessä nähtiin se, että pieniä sarjoja tekeville yrityksille robottien uudelleen ohjelmointi uusia sarjoja varten on liian suuri kuluerä. Ratkaisuna ei kuitenkaan nähty robottiohjelmoijien laajempaa koulutusta, vaan robottien käytettävyyden parantamista.

Vastaava näkemys koskee myös palveluautomaatiota ja -robotiikkaa. Ne yleistyvät sitä mukaa, kun teknologia on valmis käyttöönotettavaksi. Siksi teknologian kehittyminen täytyy ottaa huomioon myös eri koulutusohjelmissa, mutta tämän ei nähty poikkeavan siitä, miten teknisten apuvälineiden käyttöä on opetettu tähänkin asti.

Teknisillä aloilla havaittiin tarvetta tuoda robotiikan sisältöjä laajemmin osaksi teknistä koulutusta esimerkiksi ammattikorkeakouluissa. Tämä voisi osaltaan nopeuttaa teknologian käyttöönoton etenemistä.

Asiantuntijoiden analyysiosaaminen

Datan laaja hyödyntäminen edellyttää, että mahdollisimman suuri määrä asiantuntijoita pystyy analysoimaan ja tulkitsemaan sitä. Peruseräraportointi ei voi olla vain datatieteilijöiden vastuulla, vaan eri ammattiryhmien on kyettävä analysoimaan omia aineistojaan. Tämä edellyttää, että data-analyysiin liittyviä menetelmiä hallitsevat riittävän laajasti niin tekniikan kuin talouden alan ammattilaisetkin. Lisäksi muilla sovellusaloilla kuten yhteiskuntatieteissä ja bioinformatiikassa tarvitaan analyysiosaamista. Vielä tätäkin laajempi tarve on datalukutaidolla eli sillä, että tehdyt päätökset todella perustuvat saatavilla oleviin aineistoihin.

Muutama haastateltava nosti esiin, että esimerkiksi liiketaloustieteilijöiden ja muiden datan hyödyntäjien olisi osattava käsitellä dataa tietokantatasolla. Tietokantaosaaminen mahdollistaa sen, että asiantuntijat pääsevät itse käsiksi joustavammin yrityksen tietovarantoihin ja voivat tehdä erilaisia taustahakuja. Tietokantatason osaaminen tarkoittaa käytännössä SQL-kielen laajempaa opettamista myös tiedonhyödyntäjille, ei pelkästään osana tietojenkäsittelyn koulutusta. Tätä laaja-alaisempi tarve on tilastotieteen yleiselle koulutukselle. Se mahdollistaisi eri rooleissa ja organisaation eri tasoilla toimiville asiantuntijoille data-analyysin tulosten tulkitsemisen.

Tilastollinen osaaminen sisältää myös olemassa olevien ohjelmistojen hallintaa. Useissa haastatteluissa toivottiin, että R-ohjelmointia opetettaisiin laajemmin mm. siksi, että se on edullisena avoimen lähdekoodin ohjelmointikielenä helposti hyödynnettävissä. Tällä hetkellä tilastotieteiden opetus tapahtuu yleensä joko SPSS:llä tai SAS:lla. Yksi haastateltavista toi esiin sen, että myös Excel-osaaminen on heikkoa monilla korkeasti koulutetuilla. Käytännön työssä Excel on kuitenkin yleisesti käytettävä työkalu, jota käytetään mm. raportointiin ja talouslaskentaan. Näin ollen myös Excelin ammattimainen hallinta on tärkeää, vaikka varsinainen tilastollinen analyysi kannattaa tehdä ohjelmilla, jotka on suunniteltu sitä varten.

Analyysoiva osaaminen korostui eri tason asiantuntijoiden haastatteluissa, mutta esitettyjen osaamistarpeiden syvyys vaihtelee. Osalle asiantuntijoista riittää kyky ymmärtää tilastoja paremmin, osalta asiantuntijoilta toivotaan osaamista eri aineistomuotojen yhdistelemisestä. Esimerkiksi kontrollereilta toivottiin kykyä analysoida talouslukuja ristiin myös muiden aineistojen kanssa, jotta he pystyisivät tukemaan paremmin liiketoiminnan kokonaiskehitystä.

Omadatan osaamistarpeet

Omadata on tällä hetkellä voimakkaasti kehitysvaiheessa oleva konsepti. Konseptin eteenpäin viemiseksi on perustettu MyData Allianssi, johon kuuluu useita yrityksiä. Tämän lisäksi aiheen ympärillä on aktiivinen kehittäjäyhteisö.

Selvityksen yhteydessä konsultit osallistuivat MyData Allianssin kehitystarpeita käsittelevään tapahtumaan. Tapahtuman aikana käytiin läpi omadataan liittyviä osaamistarpeita. Osaamistarpeista nousivat vahvasti esille dataperusteinen arvonluonti, arvoketjun ymmärtäminen sekä luonnollisesti tietosuojakysymykset. Erityisesti tietosuojasetuksen vaatimukset tulivat erittäin nopealla aikataululla lähes kaikkiin henkilökohtaisista tiedoista käsitteleviin yrityksiin. Varsinkin tietosuojaan liittyvää koulutusta toivottiin lisää. Myös moniosaaminen tuli esille: *”Emme tarvitse enää yksittäisiä osaamisia vaan meillä on suurin tarve ns. moniosaamiselle.”* Nämä osaamistarpeet linkittyvät muihinkin massadatan tai sen osana henkilötietojen osaamistarpeisiin.

Yhtenä erityisesti omadataan liittyvänä erona nostettiin hankkeen työpajassa esille tarve hajautettuun tiedonkäsittelyyn. Tämä tarve syntyy siitä, ettei henkilötietoa lähtökohtaisesti voida keskittää yhteen järjestelmään tietosuojan ja yksityisyyden suojan takia. Hajautettu järjes-

telmä luo tarvetta myös identifiointi- ja verifiointiteknologioiden hallintaan. Kokonaisuudessaan omadata asettaa tulevaisuudessa vaatimuksia data-arkkitehtuurille ja tätä kautta osaamiselle.

Omadatan osaamistarpeet laajemmin riippuvat siitä, millaisella strategialla yritykset aikovat hyödyntää henkilödataa. Omadatan keskeinen lähtökohta on se, että datan omistajuus siirtyy ihmisille itselleen. Haastatteluissa esiin tulleet esimerkit lähtivät kuitenkin siitä, että yritykset pyrkivät pitämään omistajuuden itsellään ja dataa hallinnoivat yritykset mm. vaihtavat dataa keskenään. Pisimmälle menevissä ideoissa suunniteltiin datan kauppapaikan perustamista Suomeen.

Maailmalla vahvasti nouseva trendi on datan uudelleen käyttö ja datapohjaisten palveluiden myyminen (data monetization). Tähän viitattiin myös haastatteluissa. Esimerkiksi australialaiset teleoperaattorit myyvät tavarataloille tietoa siitä, millaisia ihmisvirtoja tavaratalojen läheisyydessä liikkuu. Haastatellut asiantuntijat eivät osanneet nimetä vastaavia ratkaisuja Suomesta, mutta suomalaiset yritykset ovat olleet luomassa kyseisiä ratkaisuja muilla markkina-alueilla. Näissä ratkaisuissa suomalaiset yritykset ovat siis vastanneet vaadittavan teknologian toimittamisesta. Onkin oletettavaa, että vastaavia ratkaisuja kehitetään myös Suomessa.

Haastatteluiden pohjalta ei voitu laajasti tunnistaa, että suomalaiset dataa käsittelevät yritykset olisivat valinneet omadatakonseptia noudattavan datahyödyntämisstrategian. Kaikkia kehityshankkeita ei kuitenkaan ole raportoitu tutkijoille ja rajattu haastateltujen yritysten joukko voi myös jättää soveltajia ulkopuolelleen.

Myös MyData Allianssin esiin nostamissa kehitysehdotuksissa korostui tarve omadata-operaattorille ja laajemmin alustojen kehittämiseksi. Merkittävää omadatan edistämiseksi on, että siihen liittyvä konsepti kehitetään valmiiksi. Tämän jälkeen muutkin yritykset voivat linjata strategiaansa uudelleen siinäkin tapauksessa, etteivät ne itse ole valmiita sitoutumaan alustan kehittämiseen.

Yrityskohtaiset dataan liittyvä osaamistarpeet liittyvät valittuun datastrategiaan. Tällä hetkellä haastateltujen yritysten joukossa lähtökohdaksi nousivat datan omistajuuteen nojaavat strategiat. Osalla yrityksistä oli haasteita myös oman legacy-järjestelmänsä datan sisäisessä hyödyntämisessä. Näin ollen omadata ei ole tälle yritysryhmälle pelkästään osaamisongelma vaan myös strateginen kysymys. Kun strateginen valinta muuttuu, myös osaamistarpeet muuttuvat.

Massadatan ja robotiikan sovelluskohteiden hallitseminen

Haastatteluissa massadatan ja robotiikan laajana haasteena nähtiin, ettei olemassa olevalle teknologialle löydy sovelluskohteita. Osaamistarpeena tämä kulminoituu siihen, etteivät massadatan ja robotiikan asiantuntijat tunne mahdollisia sovelluskohteita ja niiden tarpeita riittävän hyvin. Vastaavasti eri alojen asiantuntijat eivät välttämättä tunne massadatan sekä älykkään robotiikan ja automaation luomia mahdollisuuksia. Sovelluskohteiden kehittämisen osalta tarvitaan yhteistyötä sekä teknologian kehittäjien ja soveltajien välillä. Uusien ratkaisujen löytäminen edellyttää sovelluskohteiden syvällistä ymmärtämistä.

Uusia sovelluskohteita voi löytyä useilta eri toimialoilta. Hyvä esimerkki on terveydenhuolto. Massadatan soveltaminen esimerkiksi toiminnanohjauksen kehittämisessä edellyttää terveydenhuollon arvoketjun hallintaa sekä ymmärrystä siitä, missä nykyisten prosessien pullonkaulat ovat. Terveydenhuolto on kuitenkin kokonaisuudessaan monen järjestäjän vastuulla, kun esimerkiksi kotihoito ja erikoissairaanhoido jakautuvat eri tahoille. Näin ollen erilaisten

järjestelmien rakentaminen ja tiedonsiirto eri toimijoiden rajapintojen yli vaatii toimialan syvälistä ymmärtämistä. Samat haasteet tulevat esiin myös automatisoinnissa.

Haastatteluiden mukaan sovelluskohteiden löytyminen ei ole pelkästään osaamiskysymys. Osaamisen kehittämisen rinnalla on myös osoitettava, että uusi teknologia ja siihen liittyvät sovellukset tuottavat luvatus hyödyn, kuten kustannussäästöjä tai paremman hoivan. Tämä voi edellyttää joko lääketieteellistä tai taloustieteellistä seurantatutkimusta. On tärkeää, että osaaminen kehittyy osana ratkaisujen kehittämistä ja tehtävä seurantatutkimus auttaa verifiomaan luodut ratkaisut sekä mahdollistaa osaamisen tehokkaamman jakamisen.

Sovelluksia massadatalle ja robotiikalle voidaan kehittää muuallakin kuin terveydenhuollossa. Terveydenhuolto on kuitenkin noussut useissa haastatteluissa esimerkiksi, koska alan potentiaali nähdään suurena. Tämän lisäksi ala on vahvasti säädelty ja julkisten asiakkuuksien rooli on merkittävä. Siksi alalle toivotaan yhteiskehittämishankkeita, esimerkiksi living lab -tyyppistä konseptia.

Kuva 16 vetää yhteen edellä kuvatut, teknologian käytäntöön soveltamiseen liittyvät osaamistarpeet.

Merkitys yritysverkostolle	Merkittävä	Datan käsittely hyödynnettävään muotoon Omadatan osaamistarpeet	Lisää T-mallin data-analyttikkoja Massadatan ja robotiikan sovelluskohteiden hallitseminen
	Vähäinen	Robottioperaattorit ja -ohjelmoijat	Asiantuntijoiden analyysiosaaminen Lääketieteellisen data-analytiikan syväosaajia tarvitaan Tiedolla johtamisen osaaminen keskijohdossa
		Pieni	Suuri
Osaajien määrä			

Kuva 16. Operationaalisen tason osaamistarpeet tiivistetysti.

5.3 Teknologian kehittämiseen liittyvät osaamistarpeet

Insinöörien IoT- ja robotiikkaosaaminen paremmaksi

Robotiikka ja teollinen internet (Internet of Things, IoT) ovat molemmat teknologioita, jotka vaikuttavat tulevaisuudessa merkittävästi teollisuuteen ja moneen muuhun toimialaan. Näiden teknologioiden mullistavasta vaikutuksesta puhutaan tällä hetkellä paljon, mutta odotukset eivät ole vielä useinkaan realisoituneet toimintaan. IoT:n ja robotiikan perusosaamista

tarvitaan kuitenkin jatkuvasti lisää, jotta niiden mahdollisuudet saataisiin havaittua ja hyödynnettyä mahdollisimman laajasti yrityskentässä.

Monilla haastatelluilla yrityksellä on kehitteillä teolliseen internetiin liittyviä tuotteita tai palveluita. Näissä yrityksessä todettiin, että IoT-osaajia ei ole riittävästi nopeasti kehittyvälle alalle. Erään haastatellun yrityksen mukaan tällä hetkellä IoT:n kanssa työskentelevät osaajat ovat yleensä AMK-insinööri- ja insinööri-asteisia. Rekrytoitavien osaajien pitäisi olla yhdistelmä ohjelmistoinsinööriä ja systeemiarkkitehtiä ja heidän tulee osata ohjelmointia, analytiikkaa, koneoppimista sekä mahdollisuuksien mukaan myös esim. lisätyn todellisuuden tekniikoita. Selvitys viittaa siihen, että soveltuvaa koulutusta on, mutta sitä ei ole riittävästi alan tarpeisiin nähden. Myös tarpeiden laaja kirjo aiheuttaa haasteita.

Tällä hetkellä alan robotiikan ja IoT:n koulutus näyttäisi vastaavan elinkeinoelämän kysyntään kohtuullisen hyvin, mutta odotettavissa on kysynnän merkittävä kasvu lähitulevaisuudessa. Sekä haastattelujen että selvityksessä toteutetun oppilaitoskyselyn perusteella älykkään robotiikan ja automaation koulutukselle nähdään tarvetta laajasti kaikilla koulutusasteilla, erityisesti korkeakouluopetuksessa.

Insinööriopetuksen ongelmana on mm se, ettei oppilaitoksissa ole aina käytettävissä uusimpia järjestelmiä ja laitteita. Esimerkiksi osassa tekniikan alan oppilaitoksia ei ole lainkaan robotteja, mikä on esteenä tekniikan alan osaajien laajamittaiselle robotiikan ymmärtämiselle. Haastatteluissa nousi esiin useita malleja, joilla tilannetta voidaan muuttaa. Esimerkiksi Fastems pitää automatisoitua tuotantolinjaa yllä Pirkanmaan oppilaitoksille, mikä takaa harjoitteluympäristön kaikille koulutusasteille toiselta asteelta korkea-asteelle. Uusimpien teknologioiden opettaminen insinööriopiskelijoille tämän tyyppisiä malleja hyödyntäen voisi edesauttaa myös elinkeinoelämän murrosta.

Digitaalisten maksuratkaisujen asiantuntijoita

Puhtaasti digitaalista liiketoimintaa harjoittavat yritykset voivat skaalata tuotteensa nopeasti kansainvälisille markkinoille. Digituotteiden levityksen yhtenä strategiana on luoda tuotteita, jotka ovat erittäin halpoja ja liikevaihto haetaan useilla pienillä transaktioilla. Tämä on tyypillinen malli useissa mobiiliapplikaatioissa, joissa jakelukustannukset ovat olemattomia Google Playn, Applen iTunesin ja muiden vastaavien mobiili-kauppojen ansiosta. Oleellista liiketoimintamallille on kuitenkin se, että tuotteeseen liittyvä maksaminen on mahdollisimman helppoa. Eri kauppapaikat tarjoavat omia maksuratkaisujaan, mutta toiminnan skaalaamisen kannalta on oleellista, että yrityksillä on myös itsellään mobiilimaksamisen osaamista. Yksi haastateltava toi esille, ettei Suomesta käytännössä löydy mobiilimaksamisen osaajia, vaan nämä on rekrytoitava ulkomailta.

Tällä hetkellä maksamisteknologian osaajille ei välttämättä ole kovin suurta tarvetta, mutta osaamisvajae saattaa myöhemmin muodostaa pullonkaulan palveluiden kehittymiselle. Jos yritykset alkavat käydä laajempaa kauppaa datalla, on kyseessä uudenlainen toimintamalli, joka vaatii myös maksamisen kehittämistä. Yksittäisten kauppojen ollessa pieniä transaktiokustannukset muodostavat usein suuren osan koko kaupasta, mikä saattaa rajoittaa kasvua. Myös maksamiskäytännöjen osaajien saatavuuden tärkeyttä kuitenkin korostettiin.

Avoimen lähdekoodin työkalujen osaaminen

Haastateltavat olivat yleisesti ottaen varovaisia nimeämään yksittäisiä työkaluja ja teknologioita, joiden osaajista olisi pulaa. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että teknologian nopean kehittymisen takia osaamistarpeet muuttuvat nopeasti. Näin ollen yleisiä työkalujen osaamistarpeita ei selvityksen perusteella voida nostaa esiin.

Useissa haastatteluissa nousi esiin, että kehitystyötä tehdään yhä enemmän avoimen lähdekoodin työkaluilla, sillä näiden nähtiin olevan edullisia ja nopeasti kehittyviä. Tällä hetkellä mielenkiintoisimmiksi nimettiin Hadoop, Spark ja Kafka, jotka mahdollistavat massadatan tehokkaan hyödyntämisen. Näiden teknologioiden osaajia tarvitaan lisää. Tätä työkalupakkia täydentämään tarvitaan myös R:ää, joka on toimiva työkalu myös tiedon hyödyntäjille.

Tämän trendin tulisi haastatteluiden mukaan näkyä myös perustutkinto-opetuksessa, jossa tulisi hyödyntää uusimpia avoimen lähdekoodin työkaluja. Tärkeänä pidettiin myös kykyä opiskella itsenäisesti uusia menetelmiä ja työkaluja. Tätä jatkuvaa itsensä opettamisen mallia tukevat mm. yliopistoissa yleistyneet massiiviset avoimet verkkokurssit (massive open online course, MOOC), joita myös yritykset haastattelun mukaan hyödyntävät. Sekä MOOC:it että avoimen lähdekoodin ratkaisut hyödyntävät samaa tiedon jakamisen periaatetta ja ne tukevat näin hyvin toisiaan.

Pilvialustoja hallitsevat datainsinöörit

Suurten tietoaisteistojen hyödyntämisessä käytetään usein pilvialustoja, koska ne tarjoavat keskitetyn ja tietojenkäsittelykapasiteetiltaan ketterästi skaalautuvan infrastruktuurin tietoaisteistojen varastointiin ja käsittelyyn. Haastatteluissa neljä massadatan parissa työskentelevää yritystä kertoi ongelmista rekrytoida pilviteknologian tuntevia kokeneita asiantuntijoita. Yritysten havaitsemat ongelmat liittyivät erityisesti tilanteisiin, joissa datavarantoja oltiin siirtämässä yritysten omilta servereiltä pilvipalveluihin.

Pilvialustojen käyttöönotto on menossa samanaikaisesti monissa organisaatioissa, joten osaajia tarvitaan kohtalaisen paljon. Haastatellut yritykset hyödynsivät Amazonin ja Microsoft Azuren kalaisia pilvipalveluita. Osaamistarpeista raportoineet yritykset ovat liiketoiminnaltaan hyvin erilaisia, joten ongelma voi olla merkittävä koko datan hyödyntämisen arvoketjulle. Yritykset katsoivat, että datan hyödyntämiseen tähtäävät hankkeet saattavat viivästyä, jos energia menee datan hallinnan ratkaisujen kehittämiseen.

Teknologian tarjoajilla on omia koulutushankkeita niiden omien alustojen edistämiseen. Pilvialustat edellyttivät siinä määrin perehtyneisyyttä, että soveltuvia osaajia on ollut vaikea löytää. Tarpeeseen soveltuvia datainsinöörejä koulutetaan jonkin verran, mutta kokeneita osaajia ei ole suuria määriä.

Mekaniikkasuunnittelun osaaminen

Älykkäiden laitteiden laitevalmistajia haastateltiin muutamia. Näistä kaksi kertoi, että Suomesta on vaikea löytää osaamista mekaniikkasuunnitteluun ja lujuuslaskentaan. Ongelma koskee etenkin laitteita, joissa on monta vapaasti liikkuvaa osaa. Nämä kokonaisuudet pitäisi osata mallintaa niin, että laitteet voidaan suunnitella kestäviksi. Tarve koskee kokonaisuudessaan teoreettiseen fysiikan ja laskennan lähtökohdista lähtevää mallinnusta.

Osaajien määrällinen tarve ei ole suuri ja kyse on suunnittelutyöstä, jota yritykset voivat periaatteessa ostaa insinööritoimistoista. Haastateltavilla oli kuitenkin ollut vaikeuksia löytää tarvittavaa osaamista insinööritoimistotakaan. Kokonaisuudessaan osaamisvajae liittyy koneinsinöörien koulutuksen sisältöjen painotuksiin. Mekaniikkasuunnittelu ei liity pelkästään älykkääseen robotiikkaan ja automaatioon. Suomessa keskeinen vahva toimiala on kuitenkin älykkäät työkonet, joita osaamistarve erityisesti koskettaa. Tämän lisäksi uudet, robotiikan alalla toimivat laitevalmistajat tarvitsevat suunnitteluosaamista.

Automaatiota tukeva tuotesuunnitteluosaaminen

Älykkään automaation tuoma hyöty realisoituu vasta, kun valmistettavat tuotteet ovat todella valmistettavissa robotiikan ja automaation avulla. Tämä on hyvä ottaa huomioon jo tuotesuunnittelussa ja teollisen muotoilun tavoitteissa ja toimintatavoissa. Robotiikan asiantuntija nosti tämän haastattelussa esiin korostaen, ettei tehokkuuden kasvua saavuteta pelkästään tuotantoa automatisoimalla vaan myös tuotesuunnittelun on tuettava tätä. Tällä varmistetaan tuotannon kustannuskilpailukyky.

Muutostarve ei ole radikaali. Robottivalmistajat ovat valmiita jakamaan tietoa tuotesuunnittelusta ja tätä on jo tehty mm. ABB:n Vaasan tehtailla. Tuotesuunnittelun osaamisen merkitys voi olla erittäin suuri yksittäisille yrityksille ja laajemmin myös sille, että valmistavan teollisuuden kilpailukyky säilytetään. Alalle ei haastatteluiden mukaan tarvita niinkään uusia osaajia kuin olemassa olevien osaajien kouluttamista.

Automatisoituvan logistiikan integrointiosaaminen

Logistiikka on ala, jota älykäs robotiikka ja automaatio muuttavat vauhdilla. Nyt automatisoidaan varastoja, mutta jo 5-8 vuoden kuluessa myös autoliikenne saattaa robotisoitua. Haastatteluissa nostettiin esiin huoli siitä, että jos Suomessa ei ole osaamista näiden kokonaisuuksien hallintaan, saattavat arvoketjun arvokkaimmat osat siirtyä muualle.

Haastatteluissa eräs yritys nosti kriittiseksi osaamiseksi automatisoituvan logistiikan integrointiosaamisen. Yrityksen mukaan vaadittavat rekrytoinnit on tähän asti saatu tehtyä, mutta hyviä hakijoita on ollut vähän. Integraatio-osaajan on hallittava automaattivarastoon liittyvän teknologian käyttöönotto mukaan lukien automaattitrukit. Integrointi edellyttää myös sitä, että logistiikkaan liittyvät tietovirrat voidaan muuttaa muotoon, jossa automaatio voi ne hyödyntää. Esimerkiksi paperimuotoiset rahtikirjat muodostavat edelleen haasteen logistiikan automaatiolle. Informaation muuttaminen automaatiota tukevaan muotoon edellyttää enemmän yhteisiä koordinaatiohankkeita kuin pelkästään osaamisen kehittämistä. Tämä edellyttää kuitenkin digitalisaation riittävää osaamista logistiikkaketjun kaikissa yrityksissä.

Edellä mainittu tarve nousi esille vain yhdessä haastattelussa. Kyseisen yrityksen varastoympäristössä käsitellään monien eri asiakkaiden tavaroita, joten toimintaympäristö poikkeaa useimpien alan yritysten olosuhteista. Vastaavaa tarvetta esiintyy kuitenkin luultavasti muisakin yrityksissä.

Koneoppimisen soveltamisen osaaminen

Datan määrän ja tietojenkäsittelykapasiteetin kasvaessa eri järjestelmissä voidaan hyödyntää entistä laajemmin koneoppimista. Koneoppiminen on keskeinen teknologianala oppivissa järjestelmissä, ohjelmistoroboteissa ja mekaanisissa roboteissa. Suomessa koneoppimista on tutkittu ja siihen liittyvää koulutusta on annettu pitkään, mutta koneoppimisen hyödyntämisen mahdollisuuksien myötä kysyntä erityisesti soveltavalle osaamiselle on kasvanut.

Haastatteluissa nousi esiin näkemys, että koneoppimisen kokeneista soveltajista on tällä hetkellä puutetta. Eräs haastateltu kertoi, että osaajia on rekrytoitu ulkomailta. Samassa yrityksessä henkilöstö osallistui osaamisen kehittämiseen liittyen lähinnä ulkomaisille kurseille. Kaksi muuta yritystä korosti, että osaajia on, mutta yrityksen tehtävä on löytää heidät, mikä edellyttää panostusta rekrytointiin. Koneoppiminen ja siihen liittyvät ajattelumallit muodostavat osaamishaasteen ohjelmoijille myös laajemmin. Aiemmin ohjelmistot ovat olleet selkeästi sääntömuotoisia, mutta nyt niiden olisi pohjaututtava muuttuvaan data-analyysiin. Tämä luo tarvetta kehittää myös ohjelmisto-osaamista.

Määrällisesti koneoppimisen osaajia ei tarvita vielä paljon ja vaikutukset liittyvät laajemmin muuhun ohjelmistokehitykseen. Haastateltu yritys, joka kehittää myös ohjelmistorobotiikkaa, kertoi että heillä on yli 100 ohjelmistokehittäjää ja 6 koneoppimisen asiantuntijaa. Tämä antaa viitteellisen suhdeluvun sille, kuinka suuri määrällinen tarve koneoppimisen osaajille on. Oppilaitokset kertoivat, että aiheen opetusta on useilla tietojenkäsittelytieteen laitoksilla Helsingin yliopistossa, Aalto-yliopistossa ja Itä-Suomen yliopistossa, jossa koneoppiminen ja data-analyysi ovat syventäviä tai pääainevaihtoehtoja. Näin ollen on mahdollista, että havaittu osaamisvaje on täyttyvässä näillä osaajilla.

Kuva 17 vetää yhteen edellä kuvatut, teknologian kehittämiseen liittyvät osaamistarpeet.

Merkitys yritysverkostolle	Merkittävä	Digitaalisten maksuratkaisujen asiantuntijoita	Pilvialustoja hallitsevat datainsinöörit
		Koneoppimisen soveltamisen osaaminen	Avoimen lähdekoodin työkalujen osaaminen
	Vähäinen	Automatisoituvan logistiikan integrointiosaaminen	
		Mekaniikkasuunnittelun osaaminen	Insinöörien IoT- ja robotiikkaosaaminen paremmaksi
		Pieni	Suuri
		Osaajien määrä	

Kuva 17. Teknisen tason osaamistarpeet tiivistetysti.

5.4 Osaamisalojen leikkauspinnat

Osaajat eivät toimi erillään toisistaan. Siksi osaamista on tarkasteltava myös kokonaisuuden kannalta. Datan hyödynnettävyys edellyttää, että eri ammattilaiset osaavat työskennellä yhdessä parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Tämä taas edellyttää, että eri ammattilaiset ymmärtävät toistensa asiantuntijuusaloja riittävästi.

Tätä osaamista havainnollistetaan T-mallilla. Idea on se, että T:n pystyviiva esittää asiantuntijan omaa syvää substanssiosaamista. T:n poikkiviiva taas edustaa muiden alojen asiantuntemusta, johon viitataan haastatteluissa mm. monialaisuudella, poikkitieteellisyydellä tai yleisemmin sillä, että esimerkiksi data-analyytikot pystyvät kommunikoimaan liiketoiminnasta vastaavien kanssa ja toisin päin.

Datan aiempaa tehokkaampaan hyödyntämiseen osallistuu useita eri ammattilaisia. Yhdessä haastattelussa kokonaisuus tiivistettiin kuuteen eri ammattiprofiiliin, jotka osallistuvat datan hyödyntämisen eri vaiheisiin. Data-ammattilaisten nimikkeet ovat tyypillisesti englanninkie-

lisiä ja näitä englanninkielisiä nimikkeitä on käytetty myös haastatteluissa. Vastaavat termit toistuvat esimerkiksi myös työpaikkailmoituksissa. Tässä yhteydessä ne on kuitenkin käännetty suomeksi niin, että alkuperäinen termi esitetään sulkeissa.

1. Datainsinööri (data engineer) hallitsee datan arkkitehtuurin, kuten pilvialustat. Hänen ammattitaitoaan on vastata ennen kaikkea datan varastoinnista ja saataville asettamisesta.
2. Data-analyysin sovelluskehittäjä (data developer) vastaa algoritmien kehittämisestä ja rakentaa ohjelmistopohjaisia ratkaisuja datan hyödyntämiseen.
3. Datatieteilijä (data scientist) vastaa datan tilastollisesta ja matemaattisesta käsittelystä.
4. Datamuotoilija (data creative) vastaa siitä, että data on ymmärrettävässä muodossa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi datan visualisointia.
5. Liiketoiminnan asiantuntija on henkilö, joka hyödyntää dataa liiketoiminnassaan. Hän on datan loppukäyttäjä. Asiantuntija voi olla myös yrityksen ylintä johtoa.
6. Datalakimies (data lawyer) vastaa kokonaisuudessaan siitä, että datan hyödyntämisen kokonaisuus tapahtuu lainsäädännön mukaisesti.



Kuva 18.

Dataosaamisen kehä.

6. Johtopäätökset

6.1 Yritysten konkreettiset osaamistarpeet muuttuvassa liiketoimintaympäristössä

Yritysten keskeisimmät osaamistarpeet painottuvat niiden kykyyn hyödyntää dataa. Datan hyödyntämisessä osaamishaasteet kohdistuvat kahteen pääkokonaisuuteen, joista ensimmäinen on datan käytettävyyden parantaminen ja toinen uusien datan hyödyntämiskohteiden löytäminen.

1. Datassa on usein laadullisia heikkouksia, jotka vaikeuttavat sen hyödyntämistä. Sitä tuottavia järjestelmiä suunniteltaessa ei ole aina huomioitu datan mahdollista uudelleen käyttämisen tarvetta. Ongelmia lisää myös se, että yrityksillä on usein käytössään useita eri tietojärjestelmiä, joista jokaisella on oma tietosisältönsä ja -rakenteensa. Usein rinnakkaisten tietojärjestelmien määrää ovat kasvattaneet yrityskaupat.
2. Toinen ja vielä keskeisempi osaamistarve kohdistuu datan tehokkaampaan hyödyntämiseen. Etenkin teollisen internetin sovellukset tuottavat paljon teknistä dataa, jonka käyttömahdollisuuksia tutkitaan. Liiketoiminnassa syntyvien henkilötietojen uudelleen käytön mahdollisuuksia rajoittaa yksityisyyden suojaan liittyvä lainsäädäntö. Tämä haaste on merkittävä erityisesti kansainvälisesti toimiville yrityksille.

Yritykset ovat vasta rakentamassa liiketoimintamalleja datan uudelleen käyttöä varten. Tämä lisää tarvetta syventää datan hyödyntämiseen liittyvää liiketoimintaosaamista. Etenkin omadatan osalta liiketoimintaosaamisen puutteet ovat mallin yleistymisen esteenä. Myös data-arkkitehtuuriongelmat haastavat yrityksiä, mutta ne eivät ole yhtä keskeisiä.

Älykkään automaation ja robotiikan kehittäjiä osalta osaamistarve painottuu yhä enemmän ohjelmisto-osaamiseen. Älykkään automaation ja robotiikan soveltajilla on tarvetta syventää ymmärrystä automaatiolla saavutettavista hyödyistä erityisesti robotiikan ja automaation uusilla sovellusaloilla, etenkin palveluissa.

Teknologian nopea kehittyminen lisää tarvetta jatkuvalla osaamisella. Lyhyen kehityssyklin takia yritykset arvioivat ja testaavat uusia ideoita nopealla tahdilla. Tekninen henkilökunta toimii yhä enemmän asiakasrajapinnassa ja omat ideat on pystyttävä myymään myös oman yrityksen sisällä. Niinpä tuotekehitystyössä olevilta edellytetään yhä vahvempia markkinointi- ja viestintätaitoja. Asiakkaan tarpeiden ymmärtäminen on tärkeää myös automaation ja robottien laitevalmistajille, jotta ne kykenevät luomaan asiakasta paremmin palvelevia ratkaisuja.

6.2 Nykyisten ammattilaisten osaaminen ja osaamisen kehittäminen

Massadatan soveltajien tyypillinen koulutustausta on tilastotieteessä tai matematiikassa, mutta kokonaisuudessaan osaajien tausta on hyvin monipuolinen. Koulutustausta voi olla myös kauppatieteissä, tuotantotaloudessa tai fysiikassa. Oleellista on riittävän syvällinen matemaattinen osaaminen yhdistettynä hyviin tietotekniisiin valmiuksiin. Ohjelmistoja ja teknistä konsultointia myyvät yritykset työllistävät erityisesti ohjelmisto-osaajia, joilla on usein diplomi-insinöörin tai filosofian maisterin koulutus tietojenkäsittelytieteestä. Osaamisen korkeaa tasoa korostaa se, että monilla massadatan osaajilla on tohtorin tutkinto.

Älykkään robotiikan ja automaation osaajat ovat huomattavan usein sähkö-, kone-, automaatio- ja tietotekniikkainsinöörejä. Laitevalmistajat tarvitsevat myös valmistuksen osaajia, kuten hitsaajia ja koneistajia. Älykkään automaation ja robotiikan hyödyntäjät ovat palkanneet pääsääntöisesti muutamia avainhenkilöitä vastaamaan uuden teknologian käyttöönotosta.

Massadataan ja robotiikkaan liittyvän osaamisen kehittämisessä kaikkein olennaisimpia elementtejä ovat itseopiskelu, työssäoppiminen ja kollegiaalinen tuki. Tämä johtuu koko toimijajoukon ja samalla niiden osaamistarpeiden hajanaisuudesta. Oppimistarpeet ovat merkittäviä, mutta samalla niistä on mahdotonta muodostaa selkeitä kaikkia palvelevia kokonaisuuksia. Mahdollinen ratkaisu on MOOCien (massive open online courses) hyödyntäminen. Ne ovat kaikille avoimia, ilmaisia verkkokursseja, joita yhä useammat yliopistot tarjoavat.

Koulutustarpeiden hajanaisuuden vuoksi henkilöstökoulutusta on käytetty yrityksissä hyvin vähän, ja se on useimmiten kohdistunut selkeisiin muutostilanteisiin, kuten pilviteknologian käyttöönottoon. Lisäksi yritykset ovat saaneet hyviä kokemuksia myös F.E.C. -tyyppisistä (further education with companies) koulutusohjelmista rekrytoinnin tukena.

6.3 Uusien osaajien rekrytoiminen yrityksiin sekä osaamisen kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen

Datatieteilijöitä rekrytoidaan tällä hetkellä hyvin erilaisiin yrityksiin. Osaajista on pulaa ja monet yritykset kohtaavat rekrytointivaikeuksia. Rekrytoinneissa painottuu yhä enemmän moniosaaminen. Data-analyysin ja sitä tukevien tietoteknisten menetelmien hallitsemisen lisäksi rekrytoitavilla tulee olla ymmärrystä datan sovelluskohteista. Näitä ovat mm. liiketaloustiede ja lääketiede. Rekrytoitavien monialaisuus ei kuitenkaan saa tapahtua varsinaisen ydinosoamisalan kustannuksella. Substanssiosaamisen on oltava hyvä, mutta tämän lisäksi haetaan henkilöitä, joilla on osaamista myös sovelluskohteista.

Datan hyödynnettävyyden varmistamiseksi yritykset tarvitsevat myös juridista osaamista. Palkattavien juristien tulisi hallita myös teknologian tuomat reunaehdot ja olla valmiita ottamaan riskejä. Kokeilukulttuuria tarvitaan esimerkiksi henkilötietojen hyödyntämisessä, koska tätä rajoittavan lainsäädännön tulkinta ei ole aina selvää edes asiantuntijoille.

Yritykset palkkaavat tällä hetkellä koneoppimisen osaajia. Heitä tarvitaan sekä massadatan käsittelyyn että ohjelmistorobotiikan kehittämiseen. Yksittäiset rekrytoinnit ovat onnistuneet, mutta koneoppimisen osaajien löytäminen on ollut yrityksille vaikeaa. Lähtökohtaisesti suomalaisen koneoppimisen osaaminen on hyvää, mutta vapaita asiantuntijoita ei työmarkkinoilla juuri ole.

Älykästä automaatiota ja robotiikkaa kehittämissä yrityksissä rekrytoinnit kohdistuvat ennen kaikkea ohjelmisto-osaajiin. Näiden saatavuus on tällä hetkellä hyvä Nokian ja Microsoftin suurten irtisanomisten jälkeen. Työnhakijoiden ja työnantajien käsitys sopivasta palkkatasosta saattaa kuitenkin olla toisistaan poikkeava. Eroja ilmenee varsinkin aiemmin päällikötason tehtävissä toimineilla sekä tilanteissa, joissa kokeneen henkilön tehtävä olisi toimia uudessa teknologiaympäristössä, jossa aiempaa kokemusta ei voi täysimääräisesti hyödyntää.

Monet yritykset hakevat ensimmäisiä avainhenkilöitä uusien teknologioiden käyttöönottoon. Tämä koskee niin koneoppimista kuin esimerkiksi automaattisen varaston integraation tehtäviä. Nämä rekrytoinnit ovat pääsääntöisesti vaikeita toteuttaa. Vastaavia vaikeuksia on myös startup-yrityksillä kun ne etsivät osaajia kiihdyttämään kansainvälistymistä.

Yritykset ovat rekrytoineet avaintehtäviin myös ulkomaalaisia osaajia. Muutamaa yritystä lukuun ottamatta ulkomaisten osaajien houkuttelu ei ole systemaattista. Enemmän kyseessä on se, että avoimiin paikkoihin tulee hakemuksia myös muualta kuin Suomessa. Teknologiaalan työmarkkinat ovat lähtökohtaisesti kansainvälisiä. Tarpeen vaatiessa yrityksillä on mahdollisuus myös viedä kehitystoimintaa sinne, missä työvoimaa on saatavilla. Näin ollen rekrytointivaikeudet voivat johtaa kehitystoiminnan siirtämiseen pois Suomesta.

Työllistymisen esteenä on osittain se, että yritykset ovat rekrytoinneissaan hyvin varovaisia. Yritykset ovat valmiita palkkaamaan myös vastavalmistuneita tai työttömiä, mutta ennen rekrytointipäätöstä niiden on oltava varmoja rekrytoitavan motivaatiosta ja oppimishalusta. Uusi työntekijä joudutaan aina perehdyttämään ja tämä sitoo kokeneempien työntekijöiden aikaa. Tämän takia virherekrytointien riskiä ei haluta ottaa. Yritykset hallitsevat tätä riskiä eri keinoilla. Pienemmät yritykset suosivat F.E.C:n kaltaisia koulutusohjelmia, joihin liittyy puolen vuoden harjoittelujakso, jonka aikana rekrytoitava voi näyttää osaamistaan. Suurimmat yritykset taas palkkaavat opiskelijoita harjoittelijoiksi, kesätyöntekijöiksi sekä opinnäytetyöntekijöiksi. Näistä sitten voidaan tunnistaa parhaat kyvyt, jotka voidaan rekrytoida vakituiseen työsuhteeseen valmistumisen jälkeen.

Selvityksen kohteena olevat yritysten rekrytoinnit kohdistuivat pääasiassa yliopistokoulutuksen saaneisiin. Rekrytoivat olivat suorittaneet joko ylemmän korkeakoulututkinnon tai tutkijakoulutuksen. Massadatan sekä älykkään automaation ja robotiikan parissa on kuitenkin myös monia tehtäviä, jotka soveltuvat ammattikorkeakouluinsinööreille. Lisäksi esineiden internetin sovellusten uskotaan luovan lisää tällaisia työpaikkoja. Keskeiset haasteet rekrytoinneissa kohdistuvat kuitenkin korkeakoulutettuihin, vaikka yrityksillä on huolta myös riittävät kädentaidot omaavista asentajista laitevalmistuksessa.

Huippuosaamisen luomisessa on tärkeää huomioida koulutuksen aikajänne. Esimerkiksi koneoppimista on tutkittu ja kehitetty Suomen yliopistoissa jo parikymmentä vuotta. Tämän vuoksi Suomessa on alan tohtoritason huippuosaajia, jotka nyt hyödyttävät suomalaista elinkeinoelämää. Riittävän osaamisen tason varmistaminen edellyttää riittävän laajuista ja tarpeeksi kauan jatkunutta koulutusta. Lyhyt, yksittäisiin osaamistarpeisiin kohdennettu koulutus ei yksin riitä kattamaan pitkän aikavälin osaamistarpeita.

6.4 Koulutustarjonnan vastaavuus yritysten tarpeisiin

Massadatan osalta osaajien koulutusmäärät eivät tällä hetkellä vastaa yritysten rekryointitarpeita. Tämä on huomattu myös yliopistoissa, jotka ovat kehittäneet tietotekniikan, tietojenkäsittelytieteen ja tilastotieteen koulutusohjelmia vastaamaan paremmin datatieteen tarpeisiin. Koulutusmäärien lisäämistä rajoittaa tällä hetkellä se, ettei lukioissa ole tarpeeksi pitkän matematiikan ja luonnontieteiden lukijoita, joilla olisi riittävät perusvalmiudet alan opintoihin.

Koulutuksen laatu vastaa pääsääntöisesti yritysten tarpeisiin. Muutamia sisällöllisiä tarpeita yrityksillä kuitenkin on. Teknisessä koulutuksessa pitäisi lisätä avoimen lähdekoodin työkalujen hyödyntämisosaaamista. Massadataan liittyen näitä työkaluja on mm. Kafka, Spark ja Hadoop. Tärkeämpää kuin yksittäisten teknologioiden opettelu on kuitenkin oppia taitoja uusien työkalujen oppimiseen ja testaamiseen. Teknologian jatkuvan kehityksen vuoksi uusien työkalujen opettelu on työelämän perustaito. Lisäksi koulutuksessa olisi hyvä valmentaa opiskelijat siihen, että reaali maailmassa pitää varautua tilanteisiin, joissa joudutaan käyttämään epätäydellistä dataa.

Datan hyödyntämistä edistäisi, jos nykyistä useampi eri alan asiantuntija hallitsisi ainakin tilastotieteen perusteet, mutta mieluummin myös analyysitaidot tietokantatason operaatioista lähtien. Siksi eri sovellusalojen opiskelijoita tulisi kannustaa laajempiin sivuainekokonaisuuksiin ja data-analyysia tulisi sisällyttää enemmän jo olemassa oleviin menetelmäopintoihin. Vastaavasti ICT-alan ja tilastotieteen opiskelijoita tulisi rohkaista laajoihin sivuainekokonaisuuksiin mahdollisilla sovellusalueilla.

Datan ja etenkin omadatan paremman hyödyntämisen osalta opinnoissa tulisi korostaa enemmän datapohjaisia liiketoimintamalleja. Osittain tähänkin osaamistarpeeseen voidaan vastata sillä, että datatieteilijät opiskelisivat enemmän mm. liiketaloustieteitä. Luonnollinen kehittämissympäristö tähän on tuotantotalouden opinnot, joissa jo nyt yhdistetään taloustieteen ja teknologian opintoja.

Älykkään automaation ja robotiikan osalta koulutus vastaa määrältään ja laadultaan massa-dataa paremmin yritysten tämän hetken rekrytointitarpeisiin. Robotiikka on kuitenkin yleistymässä uusilla sovellusalueilla, kuten palveluissa. Niillä tarvitaan robotiikan asiantuntijoita, jollaisia ovat esimerkiksi robotiikasta diplomi-insinööritutkinnon suorittaneet henkilöt. Näitä valmistuu tällä hetkellä vain Aalto-yliopistosta ja Tampereen teknillisestä yliopistosta, ja heidän työllisyystilanteensa on hyvä. Siksi robotiikan yleistyminen aiheuttaa todennäköisesti alan osaajapulaa tulevaisuudessa.

Vastaava kehitys on nähtävissä koneoppimisen osaajissa. Osaajien kysyntää kasvattaa mm. data-analyysin automatisoituminen ja ohjelmistorobotiikan lisääntyminen. Tämä kasvattaa osaajien kysyntää ja uusien osaajien rekrytointi on jo paikoin vaikeaa.

Koulutuksen keskeisenä puutteena on tarjolla olevan täydennyskoulutuksen puute. Uusimmat tutkimustulokset eivät ole työelämässä olevien saatavilla ja usein täydennyskoulutushankkeet toteutetaan työvoimapolitiittisena koulutuksena. Siksi työelämässä olevilla on liian vähän mahdollisuuksia päivittää osaamistaan.

6.5 Konkreettiset toimenpide-ehdotukset osaamisen kysynnän ja tarjonnan vastaavuuden parantamiseksi

Keskeinen haaste sekä massadatan että älykkään robotiikan ja automaation yleistymiselle on uusien sovelluskohteiden löytäminen. Tätä voidaan edistää tukemalla ekosysteemien kehitystä. Yritystoimintaa parhaiten hyödyntävissä ratkaisuissa yhteistyön pohjana on fyysinen testiympäristö. Tämän kaltaisia toimenpiteitä on tällä hetkellä mm. Aalto yliopiston IoT-kampus, Oulussa toimiva 5G-testiympäristö sekä vasta perustettu miehittämättömien alusten ekosysteemi.

Uutena ekosysteemihankkeena massadataa, omadataa sekä älykästä automaatiota ja robotiikkaa voitaisiin edistää terveydenhuollon avoimella innovaatioekosysteemillä. Tämä vastaa kirjallisuuden living lab -käsitettä, jolla ei ole suomenkielistä vastinetta. Terveydenhuolto on lupaava kohde living lab -konseptille monestakin syystä. Nopeasti kasvavana alueena terveydenhuollon kehityspotentiaali on valtava. Suomessa on jo nyt vahvaa osaamista terveysdatan hallinnassa, jota voidaan skaalata palvelemaan terveydenhuollon tietojohtamisen tarpeita. Suomessa kehitetään myös palvelurobotiikkaa sosiaali- ja terveysalalle. Terveydenhuolto on niin ikään looginen kohde kehittää omadataa toimivammaksi konseptiksi. Etenkin oppilaitosten omadatakehitys suuntautuu tällä hetkellä nimenomaan terveysdataan. Useiden eri toimijoiden datalla voidaan kehittää asiakaslähtöisiä tapoja tukea potilaiden hoitoa ja kotona pärjäämistä.

Moniin uusiin teknologioihin, kuten teolliseen internetiin ja lohkoketjuteknologiaan liittyy paljon odotuksia, mutta kokeneita kehittäjiä on hyvin vähän. Siksi on olemassa riski, että yritykset joko yli-investoivat uuteen teknologiaan ymmärtämättä sitä täysin tai vaihtoehtoisesti jättävät sen huomioimatta. Tähän tarpeeseen kannattaa järjestää täsmäkoulutuksia, joissa kokeneet asiantuntijat kertovat, mihin kyseinen teknologia soveltuu, mihin se todennäköisesti ei sovellu, ja esittelee jo käytössä olevia ratkaisuja.

Soveltajien ja teknologian kehittäjien törmäyttämistä kannattaa tukea laajemmin. Suomessa on jo vahva hackaton-kulttuuri. Tämä edistää etenkin uusien sovellusten löytymistä datalle. Tätä kulttuuria kannattaa tukea. Robotiikan sovellusten osalta toimintaa on Suomessa vielä vähän, mutta maailmalla on tästäkin toimiva esimerkkejä.

Muotoiluosaamista on edistetty menestyneesti Aalto-yliopiston hallinnoimalla International Design Business Management -ohjelmalla, jonka voi suorittaa sekä sivuaineena tai maisteriopintoina. Ohjelma on avoin tekniikan, kauppatieteiden ja taiteiden (muotoilun) opiskelijoille ja tavoitteena on edistää nimenomaan näiden ammattiryhmien vuoropuhelua. Vastaavaa ohjelmaa kannattaisi harkita myös data-analytiikkaan. Ohjelmassa voitaisiin muodostaa poikkitieteellisiä tiimejä, joissa yhdistyy sekä data- että sovellusalueen osaamista. Tämä kouluttaisi monipuolisesti uusia osajia liike-elämälle.

Yrityksillä on tarvetta teoreettiselle osaamiselle, mutta suora tutkimusyhteistyö yliopistojen ja yritysten välillä on usein vaikeaa. Yritysten kehitystyötä tehdään nopealla syklillä kun taas yliopistojen hankkeet kestävät vuosia. Paras tapa levittää yliopistotutkimuksessa tuotettua tietoa on lisätä ihmisten liikkuvuutta yliopistojen ja yritysten välillä. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi harjoittelujaksoja jatko-opiskelijoille tai vanhemmille tutkijoille yrityksissä tai mallia, jossa henkilö on osa-aikaisesti sekä yrityksen että yliopiston palveluksessa. Näitä toimintamalleja on jo käytössä, mutta asiaa kannattaa kehittää pidemmälle. Tällainen yhteistyö pitäisi ottaa huomioon myös yliopistojen arviointimittareissa.

Osaamisen kehittäminen on yritysten menestymisen kannalta keskeistä. Useissa yrityksissä vastuu kehittämisestä on kuitenkin työntekijällä itsellään. Kehittymisen edistämiseksi yrityksille voitaisiin luoda virikeseteliä vastaava koulutusseteli, joka olisi työntekijöille verovapaa työsuhde-etu. Koulutussetelillä työntekijä voisi hankkia tarvitsemaansa koulutusta vapailta markkinoilta.

Alan koulutusmäärät on pidettävä nykyisellä tasolla tai niitä on kasvatettava sekä massa-datassa että älykkäässä automaatioissa ja robotiikassa. Lisäksi lähioppiaineisiin olisi hyvä lisätä moduuleja, esimerkiksi robotiikan kokonaisuuksia sähkö-, automaatio-, ja koneinsinööreille.

Lähteet

Antikainen Janne, Eskelinen Jarmo, Koski Heli, Niemi Tommi, Pajarinen Mika, Pyykkönen Sinikukka, Vries de Marc (2016): *Massadatatista liiketoimintaa ja tehokkaita julkisia palveluja*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 16/2016.

Boston Consulting Group (2016): *Digitizing Europe – Why Northern European Frontrunners must run digitization of the EU economy*. Boston Consulting Group. http://image-src.bcg.com/BCG_COM/BCG-Digitizing-Europe-May-2016_tcm22-36552.pdf

Boston Consulting Group (2016 B): Digital payments 2020 – making 500 \$ ecosystem in India. http://image-src.bcg.com/BCG_COM/BCG-Google%20Digital%20Payments%202020-July%202016_tcm21-39245.pdf

Columbus Louis (2014): *Where Big Data Jobs Will Be In 2015*. <http://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2014/12/29/where-big-data-jobs-will-be-in-2015/#4e9da83a404a>

Cooper Tim, Maitland Archie, Siu Jade, Wei Kuangyi (2015): *Guarding and growing personal data value*. Accenture. https://www.accenture.com/t20150821T065218_w_us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_15/Accenture-Guarding-and-Growing-Personal-Data-Value-Narrative-Report.pdf

Demchenko Yuri, de Laat Cees, Membrey Peter (2014): *Defining Architecture Components of the Big Data Ecosystem*. System and Network Engineering Group University of Amsterdam.

EVA (2016): *Robotit töihin – mitä tapahtuu työpaikoilla?*

Elinkeinoelämän keskusliitto (2016) *Digitalouden osaamistarpeet*

Gorle Peter, Clive Andrew (2011): *Positive Impact of Industrial Robots on Employment*. International Federation of Robotics. http://www.ifr.org/uploads/media/Metra_Martech_Study_on_robots_02.pdf

Grey Jonathan, Bounegru Liliana, Chambers Lucy (Eds.) (2012): *The Data Journalism Handbook*. <http://datajournalismhandbook.org/>

Hayes Bob (2015): *Statistics: Is This Big Data's Biggest Hurdle?* Business 2 Community. <http://www.business2community.com/big-data/statistics-big-datas-biggest-hurdle-01214657#HrErEyzxyrHOkEM.97>

International Federation of Robotics (2015): *Industrial Robot Statistics*. <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>

IDC (2016): European Data Market SMART 2013/0063, D8 Second Interim Report.

Jyväskylän yliopisto (2014): *Data-analyysin opetus ja tutkimus*

Kauhanen Antti, Maliranta Mika, Rouvinen Petri, Vihriälä Vesa (2015): *Työn murros – riittääkö dynamiikka*, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA. https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA_B269_Tyon_murros_kansilla_high_res.pdf

Kauhanen Antti (2014): *Tulevaisuuden työmarkkinat*. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA. <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Raportit-Reports-30.pdf>

Kelly Jeff (2014): *Big Data Vendor Revenue and Market Forecast 2013-2017*. Wikibon, http://wikibon.org/wiki/v/Big_Data_Vendor_Revenue_and_Market_Forecast_2013-2017

Kohoe Ben, Patil Sachin, Abbeel Pieter, Goldberg Ken (2015): *A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation*. IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING, University of Berkeley.

Kutinlahti Pirjo, Hämäläinen Timo (2016): *Innovaatio- ja liiketoimintaekosysteemit uudistuvan innovaatio- ja elinkeinopolitiikan kohteena*. Työ- ja elinkeinoministeriön sisäinen muistio.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2013): *Big data -strategia*. Liikenne- ja viestintäministeriö, <http://www.lvm.fi/lvm-mahti-portlet/download?did=139030>

McKinsey Institute (2011): *Big data, next frontier for innovation, competition and productivity*. http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Business%20Technology/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.aspx

MyData Alliance (2016): <https://mydatafi.wordpress.com>

Nissilä Jussi, Eho Jouni, Kokkonen Vesa (2015): *Finland's Giant Data Center Opportunity*. http://oxfordresearch.fi/media/241351/finland_s_giant_data_center_opportunity_final_version.pdf

Opetus- ja kulttuuriministeriö (2012): *Koulutus ja tutkimus vuosina 2011–2016 – Kehittämissuunnitelma*. <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2012/liitteet/okm01.pdf?lang=fi>

Poikola Antti, Kuikkaniemi Kai, Kuittinen Ossi (2014): *My Data - johdatus ihmiskeskeiseen henkilötiedon hyödyntämiseen*. Liikenne- ja viestintäministeriö. <http://www.lvm.fi/documents/20181/797583/My+data+-+johdatus+ihmiskeskeiseen+henkilötiedon+hyodyntamiseen/3ef008af-f453-4a33-a8db-74095e9419ee?version=1.0>

PriceWaterhouseCoopers (2014): *The new hire: How a new generation of robots is transforming manufacturing*. <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/industrial-robot-trends-in-manufacturing-report.pdf>

Sundqvist Heikki, Oesch Klaus (2014): *Datajalostus – digitaalisten palveluiden tuottamisen perusta*. Miktech Oy, http://fi.okfn.org/files/2014/05/Datajalostus_White-Paper.pdf

Suomen Akatemia (2016): *Vastaus lausuntopyyntöön luonnoksesta valtioneuvoston periaatepäätökseksi datan hyödyntämisestä liiketoiminnassa – massadatan ja mydatan strategiset linjaukset ja toimet* http://www.aka.fi/globalassets/30tiedepoliittinen-toiminta/lausunnot/160217_data_liiketoiminnassa.pdf

Tech Partnership (2014): *Big Data Analytics-Assesment of Demand for Labour and Skills 2013–2020*. <https://www.thetechpartnership.com/link/301922f1d30d432e98fe5f47f35bd6de.aspx?id=390&epslanguage=en>

Valtioneuvosto (2016): *Periaatepäätös älykkäästä robotiikasta ja automaatiosta*. <http://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=205305>

Valtioneuvosto (2016): *Periaatepäätös datan hyödyntämisestä liiketoiminnassa*. <http://www.lvm.fi/lvm-site62-mahti-portlet/download?did=203293>

Liitteet

Liite 1. Haastatteluihin osallistuneet

Haastatellut yritysten edustajat	
ABB	Janne Leinonen, johtaja, ABB Robotics
Alma Media	Merja Pyhälä, Development Manager, Digital Advertising; Harri Kimpimäki, Development Team Lead
Avarea	Päivi Karesjoki, CEO; Anna Wäyrynen, Director of Consulting Services; Asko Juvonen, Manager, Analytics
CSC	Kimmo Koski, toimitusjohtaja; Aleks Kallio, kehitysjohtaja; Irina Kupiainen, koordinaattori
Dimecc	Jaakko Talvitie, Innovation Scout
Elisa	Markku Hollström, Vice President, IoT Program
Evondos	Jyrki Hämäläinen, toimitusjohtaja
Fastems	Tomas Hedenborg, toimitusjohtaja, Timo Uusiprosi, HR Business Partner
Finnair	Rogier van Enk, Head of Commercial Strategy, Distribution & Data Science
Fortum	Pekka Eira, Chief Information Officer; Riitta Vaissalo, Development Manager; Heli Lummaa, Competence Development Manager; Jukka Toivonen, Head of Business Development
F-Secure	Niina Ojala, Service Lead, Global Data and Analytics
General Electric	Rene Coffeng, Engineering Manager
GIM	Jari Saarinen, toimitusjohtaja
IBM	Tuomo Haukkovaara, General Manager; Minna Anttila, Deputy Country Manager; Timo Koskinen, CTO
Kesko	Arttu Huhtiniemi, teknologiajohtaja; Minna Vakkilainen, asiakastietojohtaja
Konecranes	Juha Pankakoski, Chief Digital Officer
Linturi	Risto Linturi, tulevaisuudentutkija
Nokia	Santeri Jussila, Head of Business Product Management; Ari Suutala, Business HR
OpusCapita	Petri Karjalainen, Head of Product Marketing
Ponsse	Juha Inberg, teknologiajohtaja
Posti	Esa Viitamäki, Chief Information Officer
Probot	Matti Tikanmäki, toimitusjohtaja
Reaktor	Juho-Matti Liukkonen, Director Space & Robotics; Jouni Kallunki, Senior Data Analyst
Rolls-Royce	Sauli Eloranta, Vice Executive Officer
Rovio	Leena Kuusniemi, Senior Legal Counsel; Veikko Hara, tutkimusjohtaja
Saranen Consulting	Janne Lindfors, toimitusjohtaja; Maaria Karlsson, projektipäällikkö
SOK	Kalle Halmevaara, ryhmäpäällikkö
Sovelto	Sanna Varpukari-Anttila, toimitusjohtaja
Terveystalo	Juha Juosila, Chief Digital Officer; Jaana Junell, Development Director, Human Resources
Tieto	Matti Vakkuri, Head of Technology, Industrial Internet
ValueMotive	Pekka Lehti, toimitusjohtaja
Vainu.io	Mikko Honkanen, perustajaosakas
VTT	Olli Ventä, tutkimuspäällikkö – Teollinen Internet; Iina Aaltonen, tutkija; Caj Södergård, tutkimusprofessori

Haastatellut muut asiantuntijat	
Aalto-yliopisto	Ville Kyrki, professori
EK	Marita Aho, korkeakoulupolitiikan asiantuntija
HIIT	Petri Myllymäki, johtaja, professori; Ella Bingham, varajohtaja
Jyväskylän yliopisto	Pekka Neittaanmäki, dekaani, professori
Kajaanin ammatti-korkeakoulu	Turo Kilpeläinen, rehtori
Suomen Akatemia	Heikki Mannila, pääjohtaja
Tekes	Pekka Sivonen, kehitysjohtaja; Pentti Nummi, asiantuntija; Marko Heikkinen, johtava asiantuntija
TEAK	Ari Maunuksela, toimitusjohtaja, rehtori

Liite 2. Kyselyyn vastanneet oppilaitokset

Aalto yliopiston kauppakorkeakoulu
Aalto-yliopisto
Aalto-yliopisto
Ammattiopisto Livia
Ammattiopisto Tavastia
Diakonia-ammattikorkeakoulu
Helsingin yliopisto
Helsingin yliopisto
Helsingin yliopisto (Helsingin innovaatiopalvelut Oy)
Hämeen ammattikorkeakoulu
IPR University Center
Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä
Jyväskylän ammattiopisto
Järviseudun ammatti-instituutti
Karelia ammattikorkeakoulu
Karelia ammattikorkeakoulu
Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappia, Ammattiopisto Lappia
Keski-Pohjanmaan ammattiopisto
Keski-Pohjanmaan ammattiopisto
Lahden ammattikorkeakoulu
Lahden ammattikorkeakoulu
Lahden ammattikorkeakoulu
Lapin ammattikorkeakoulu
Lapin ammattikorkeakoulu
Lapin ammattikorkeakoulu
Lapin ammattikorkeakoulu
Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Lounais-Suomen koulutuskuntayhtymä
Oulun ammattikorkeakoulu Oy
Oulun yliopisto
Oulun yliopisto

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Savonia
Savonia-ammattikorkeakoulu
Stadin ammattiopisto
Tampereen teknillinen yliopisto
Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos/ Itä-Suomen yliopisto
Turun ammattikorkeakoulu
Turun yliopisto
Turun yliopisto
Valkeakosken ammatti- ja aikuisopisto

* Kaikki vastaajat eivät ilmoittaneet oppilaitosta. Joistain oppilaitoksista vastasi useampi kuin yksi henkilö. Nämä oppilaitokset on mainittu listauksessa useammin kuin kerran.

Liite 3. Työpajaan osallistuneet organisaatiot

Aalto-yliopisto
Aatos Technologies Oy
Airo Island
CSC - Tieteen tietotekniikan keskus
DIMECC
Elinkeinoelämän keskusliitto
Helsingin yliopisto
Helsinki Institute for Information Technology HIIT
Liikenne- ja viestintäministeriö
M-Brain
Nokia
Opetus- ja kulttuuriministeriö
Oxford Research Oy
Screen.io
Sitra
Sovelto
Tekes
Tietojohtaminen ry
Työ- ja elinkeinoministeriö
VTT