

Ohjelmistot Suomessa 2023–2033

OHJELMISTOALAN PROFESSORIEN TULEVAISUUSRAPORTTIA TUKEVAT:

SW4E

SOFTWARE
ENGINEERING
ECOSYSTEM

DIM-ECC

Allied
ICT Finland



**Software
Finland**

O
CODE
FROM
FINLAND
O

Hallituksen käynnistettävä kansallisen ohjelmistostrategian laatiminen

Suomen ohjelmistoala on kriisiytymässä. Osaajapula lasketaan kymmenissä tuhansissa, julkiset ohjelmistohankinnat takkuavat ja uutisia vakavista tietojärjestelmäongelmista tulee viikoittain. Suomi on jäänyt keskeisten kilpailijamaiden taakse ohjelmistotutkimuksen rahoittamisessa, opiskelijamäärissä ja ohjelmistokehityksen tuottavuudessa.

Ohjelmistoalan professorien laatimassa tulevaisuusraportissa esitetään toimenpiteitä tilanteen korjaamiseksi. Näistä keskeisimmät ovat:

Suomen menestys rakentuu ohjelmistojen varaan. Tarvitaan kansallinen ohjelmistostrategia.

1. Suomen hallitus käynnistää kansallisen ohjelmistostrategian laatimisen. Sen avulla voidaan ohjata lainsäädäntöä, julkisia hankintoja, sekä suunnata opetuksen ja tutkimuksen rahoitusta. Strategia luo edellytyksiä ohjelmistoalan kyvykkyyksien kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi, sekä kansalliselle ohjelmistoalan omavaraisuuden ja huoltovarmuuden turvaamiselle.

150 MEUR ohjelmistotuotannon tutkimukseen varmistaa Suomen aseman kansainvälisessä kilpailussa.

2. Business Finland ja Suomen Akatemia käynnistävät strategisen ohjelmistotuotannon tutkimusohjelman (150 MEUR). Ohjelman tavoitteena on synnyttää laadukasta ja tuottavaa ohjelmistokehitystä ja sen tutkimusta. Ohjelma keskittyy ohjelmistotuotannon tuottavuuden, laadun ja johtamisen kehittämiseen. Tämä pitää sisällään sekä pitkäjänteistä tutkimusta että lyhyemmän aikavälin yrityskehitystä.

Akateemisesti päteviä uusia osaajia alalle Suomesta ja Suomen ulkopuolelta.

3. Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM) lisää ja kehittää ohjelmistoalan koulutusta kaikilla tasoilla, mutta erityisesti korkeakouluissa. Kehitetään kv-opiskelijoille suunnattuja käytänteitä ja madalletaan kynnystä työllistyä Suomeen. Myös tohtorikoulutuksen määrä kaksinkertaistetaan.

Ohjelmistot Suomessa 2023–2033

Ohjelmistoalan professorit:

Kari Smolander, LUT-yliopisto

Pekka Abrahamsson, Tampereen yliopisto

Jaakko Järvi, Turun yliopisto

Casper Lassenius, Aalto-yliopisto

Ville Leppänen, Turun yliopisto

Tommi Mikkonen, Jyväskylän yliopisto

Tomi Männistö, Helsingin yliopisto

Mika Mäntylä, Oulun yliopisto

Markku Oivo, Oulun yliopisto

Kari Systä, Tampereen yliopisto

Pasi Tyrväinen, Jyväskylän yliopisto

Kiitokset: Tomi Kankainen DIMECC, Verner Åberg DIMECC,
Janne Järvinen Business Finland

Abstrakti

Ohjelmistojen merkitystä elämässämme ei voi liioitella. Ohjelmistot ovat osa kaikkea elämäämme halusimme tai emme. Ohjelmistoteollisuutta hallitsevat suuret yhdysvaltalaiset toimijat ja monet maailman arvokkaimmista yrityksistä nojaavat vahvasti ohjelmistoihin. Suomessa ohjelmistoala on kriisiytymässä. Ohjelmistosaamiseen liittyvät investoinnit ovat jääneet kilpailijamaista, osaajapula lasketaan kymmenissä tuhansissa, julkiset ohjelmistohankinnat takkuavat ja uutisia vakavista tietojärjestelmäongelmista tulee viikoittain. Suomi on jäänyt keskeisten kilpailijamaiden taakse myös ohjelmistotutkimuksen rahoittamisessa, opiskelijamäärissä ja ohjelmistokehityksen tuottavuudessa.

Tässä raportissa luomme ohjelmistoalan yleiskuvan suomalaisessa yhteiskunnassa ja teollisuudessa. Esittelemme nykytilanteen sekä aiemman tutkimuksen että tekemämme haastattelututkimuksen avulla. Tämän jälkeen esitämme konkreettisia toimenpiteitä, jotka kohdistuvat sekä yleisesti suomalaiseen yhteiskuntaan että valituille teollisuudenaloille, joita tarvitaan, että ohjelmistoala voidaan kääntää nousuun.

Toimenpiteet liittyvät ohjelmistoalan tutkimuksen tukemiseen, ohjelmistokehityksen tuottavuuden lisäämiseen sekä ohjelmistosaamisen koulutuksen ja yhteistyön parantamiseen. Esitämme kaikkiaan 12 toimenpidettä. Tärkeimpinä: 1) Suomen hallitus käynnistää kansallisen ohjelmistostrategian laatimisen. 2) Business Finland ja Suomen Akatemia käynnistävät strategisen ohjelmistotuotannon tutkimusohjelman (150 MEUR). 3) Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM) lisää ja kehittää ohjelmistoalan koulutusta kaikilla tasoilla. Kehitetään kv-opiskelijoille suunnattuja käytänteitä ja tohtorikoulutuksen määrä kaksinkertaistetaan.

Sisällysluettelo

Johdanto	6
Taustaa	8
Ohjelmistoala Suomessa	8
Ohjelmistoalan erityispiirteet ja niiden vaikutus koulutukseen	10
Ohjelmistokehitys Suomessa 2023	13
Haastattelututkimus: ohjelmistokehitysjohtajien näkemykset nykytilasta ja kehityksestä	13
Tunnistetut muutokset ohjelmistoissa, ohjelmistokehityksessä ja -liiketoiminnassa	14
Ohjelmistoalan ongelmat tällä hetkellä	15
Tarpeet lähitulevaisuudessa	16
Ohjelmistoalan mahdollisuuksista tulevaisuudessa	17
Toimenpiteet ohjelmistoalan kehittämiseksi 2023–2033	19
Yleiset toimenpiteet	19
1. Strategiset ohjelmistoteollisuuden toimenpiteet	19
2. Ohjelmisto-osaamisen kasvattamisen toimenpiteet	20
Yritysluokkakohtaiset toimenpiteet	21
1. Skaalautuvat ohjelmistotuotteet ja -alustat	21
2. Ohjelmistot teollisuuden tuotteissa ja niihin liittyvissä palveluissa	22
3. Digitaaliset palvelut ja niiden kehitys	23
Yhteenveto	24

Johdanto

Kaikki digitalisaatio toteutetaan ohjelmistoilla. Ohjelmistot ovat kaikkialla kansalaisten vapaa-ajassa, työssä ja harrastuksissa ja niillä käsitellään kaikki heidän tietonsa. Ohjelmistot mahdollistavat datan hallinnan, digitaalisen toiminnan ja tietojen yhdistämisen uusilla tavoilla ja ovat siten keskeisiä yhteiskunnan kehityksessä. Korkealaatuiset ohjelmistot ovat suomalaisen yrityksen kilpailukyvyen edellytys. Perinteisiä korkean teknologian laitteita, kuten esim. hissejä ja metsäkoneita valmistavat yritykset määrittelevät usein itsensä ohjelmistoyrityksiksi. Tekoälysovellukset ovat ohjelmistoja ja uudet tietoliikennesovellukset ovat ohjelmistoja. On demokratian, kansantalouden ja turvallisuuden kannalta tärkeää, etteivät kansainväliset digijätit hallitse kaikkea dataa ja digitalisaatiota, vaan että myös suomalaiset ja eurooppalaiset toimijat voivat vaikuttaa siihen millaisia ohjelmistoja kansalaiset käyttävät ja miten niitä kehitetään heidän ja yhteiskunnan tarpeista lähtien.

Uusi liiketoiminta tarvitsee uusia ohjelmistoja ja olemassa olevan liiketoiminnan muutokset toteutetaan ohjelmistoilla osana digitalisaatiota. Ohjelmistoja on kaikkialla, paitsi alustataloudessa ja internet-palveluissa, myös lähes kaikissa teknisissä laitteissa. Vuonna 2021 kymmenestä maailman suurimmasta yrityksestä seitsemän (Apple, Microsoft, Amazon, Alphabet, Facebook, Tencent, Alibaba) on ohjelmistoyrityksiä tai niiden liiketoiminta perustuu ohjelmistoihin.¹ Perinteinenkin teollisuus muuttuu jatkuvasti ohjelmistovaltaisemmaksi. Esimerkiksi autojen uusista innovaatioista 80 % toteutetaan ohjelmistoilla.

1990-luvulla Suomi oli edelläkävijä monilla ohjelmistojen alueilla. Esimerkkejä ovat globaalit menestystarinat Linux, tietokantaohjelmisto MySQL, ohjelmistoilla toimivat puhelimet ja tietoliikennelait-

1

<https://www.visualcapitalist.com/the-biggest-companies-in-the-world-in-2021/>

teet sekä viime vuosilta menestys tietokonepeleissä. Menestys ei kuitenkaan ole automaattista, sillä ohjelmistojen vaatimukset, koot ja monimutkaisuus kasvavat jatkuvasti. Viimeaikaiset julkisuu-
dessakin näyttävästi raportoidut vastoinikäymiset ohjelmistoissa (esim. Apotti, Helsingin palkanmaksu) ovat merkki näistä haasteis-
ta ja jälkeen jäämisestä keskeisistä kilpailijamaista. Suomella on kuitenkin kaikki edellytykset menestyä kansainvälisesti, kunhan ohjelmistoalan tutkimuksen, koulutuksen ja tuotekehityksen pa-
nostusta kasvatetaan merkittävästi.

Ohjelmistokehityksen tuottavuuden ja laadun jatkuva parantami-
nen on onnistuneen digitalisaation edellytys. Jotta kansalaiset
luottavat ohjelmistoihin ja digitaalisiin palveluihin, tarvitsemme
laatua, tuottavuutta, turvallisuutta ja panostusta kansalaisten
käyttäjäkokemukseen ohjelmistoista. Vaikka useimmat ohjelmistot
ovat käyttäjälleen näkymättömiä ja abstrakteja, kaikki digitaali-
suus perustuu ohjelmistoihin. Kaikki digitaaliset palvelut on toteu-
tettu ohjelmistoina. Tästä huolimatta aiemmissa digitalisaatioon
liittyvissä selonteissa ohjelmistot esiintyvät useimmiten vain
epäsuorasti, eikä ohjelmistotuotanto nouse varsinaisesti esiin tai
sen kehittämiseen kohdisteta selkeitä toimenpiteitä.

Tässä raportissa kuvaamme ohjelmistojen ja ohjelmistokehityksen
tilannetta Suomessa², sekä muihin tutkimuksiin että tekemiimme
haastatteluihin perustuen. Näistä saadun kokonaiskuvan perus-
teella suosittelemme konkreettisia toimenpiteitä ohjelmistoalan
kehittämiseksi ja suomalaisten ohjelmistojen menestymiseksi. Eh-
dotamme sekä yleisiä, koko yhteiskuntaa kehittäviä, että erityisesti
tietyille teollisuuden aloille kohdistuvia toimenpiteitä.

2 Tämä on järjestyksessään toinen ohjelmistokehityksen tilaa Suomessa kuvaava raportti. Ensimmäinen julkaistiin vuonna 2019 Allied ICT Finlandin toimesta. Raportti löytyy osoitteesta <https://www.alliedict.fi/downloads/> (Ohjelmistot Suomessa 2019–2029).

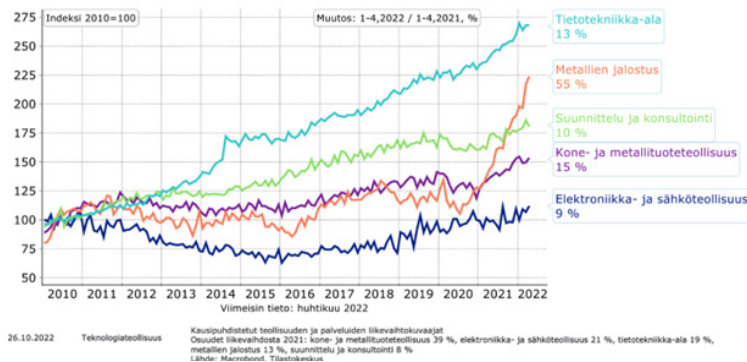
Taustaa

Ohjelmistoala Suomessa

Tietotekniikka on vuodesta 2010 lähtien ollut Suomen nopeimmin kasvava teollisuudenala (kuva 1), ja ohjelmistoalalla kasvu on ollut kaikkein nopeinta–käytännössä kaikki viime vuosien tietotekniikan työntekijämäärän kasvu selittyy uusilla ohjelmisto-osaajilla (kuva 2). Kasvu tulee jatkumaan: vuoden 2022 ohjelmistoyrityskartoituksessa³ yli 80 % yrityksistä ennusti kasvua, puolet yrityksistä merkittävää sellaista. Ohjelmisto- ja e-business ry:n toimitusjohtaja Rasmus Roiha kommentoi kartoituksen raportissa tätä poikkeuksellisen nopeaa kasvua:

”Ohjelmistoalan huikeaa kasvua alleviivaa vertailu muihin toimialoihin. Teollisuusyrityksistä on voimakkaasti kasvuhakuisia 14 %, kaupoista 8 %, palveluyrityksistä 7 %, rakennusyrityksistä vain 3 %. Luvut ovat vaatimattomia etenkin verrattuna ohjelmistoalan sisältä löytyvään omaan superkasvuun.”

Viimeaikaiset muutaman teknologiajätin henkilöstövähennykset (Meta, Twitter) eivät ole merkkejä kasvutrendin muuttumisesta, vaan ne ovat yksittäisten saman markkinan herruudesta kilpailevien suuryritysten liiketoiminnan optimointia.



Kuva 1. Teknologiaeteollisuuden liikevaihto Suomessa (Macrobond, Tilastokeskus)

³ <https://softwareindustrysurvey.fi/>



Kuva 2. Työllisten määrä ICT-alalla (Tilastokeskus/Ficom, 2020)

Ohjelmistojen rakentaminen ja tuotanto muodostavat merkittävän ja kasvavan osan teollisuuden arvon tuotosta. Puhtaissa tietotekniikkayrityksissä työskentelee Suomessa yli 80 000 ihmistä; Teknologiateollisuuden v. 2022 arvion mukaan vuosittainen henkilöstökasvu näissä yrityksissä on 5,5 %. Muiden alojen organisaatioiden arvioimme työllistävän vähintään saman verran ohjelmistoammattilaisia, ja niilläkin osaajatarpeen kasvavan. Teollisuus arvioi uusien ohjelmistoalan osaajien tarpeen olevan jopa 210 000 v. 2030 mennessä. Ohjelmistoalalta eläköityy vuosittain yli 2500 työntekijää (Teknologiateollisuus ry:n palkkatiedustelu 2019). Näiden arvioiden ja lukujen valossa on ilmeistä, että ohjelmisto-osaajia koulutetaan mitättömän vähän–yliopistoista valmistuu vuosittain 1 300 ICT-ammattilaista (ylemmät tutkinnot), joista yliopistotason ohjelmistosuunnitteluun erikoistuneita n. 300. Tutkintomäärät eivät ole kasvaneet viime vuosina. Ohjelmistoalan työvoimapula on este Suomen menestykselle.

Maailmanlaajuisesti ohjelmistoteollisuus on yksi maailman suurimmista teollisuudenaloista. Vuonna 2020 ohjelmistomarkkinoiden arvo oli yli 500 miljardia dollaria ja markkinan odotetaan kasvavan yli 700 miljardiin dollariin vuoteen 2025 mennessä yli 6 %:n vuotuisella kasvuvauhdilla.⁴ TT:n arvion mukaan Suomen tietotekniikka-alan arvo on 16,5 miljardia euroa, ja siitä n. 15 miljardia on ohjelmistoja.

4 Statista, "Size of the global software market from 2019 to 2025", January 2021.

Ohjelmistoalan erityispiirteet ja niiden vaikutus koulutukseen

Suunniteltaessa koulutusratkaisuja vastaamaan ohjelmistoalan osaajapulaan on lähtökohdaksi otettava ohjelmistoalan ominaispiirteet:

- Ohjelmistojen tekeminen vaatii loogista ongelmanratkaisukykyä ja teknistä osaamista, mutta myös kykyä konkretisoida käyttäjien ja asiakkaiden tarpeita. Kilpailu osaajista, joilla on tällainen monipuolinen osaamisprofiili, on kovaa. Toisaalta vaillinaisella osaamisella on työvoimapulasta huolimatta vaikea työllistyä.
- Ohjelmistojen tekeminen vaatii järjestelmällisyyttä ja monimutkaisuuden hallintaa. Koska olemassa olevan ohjelmiston voi helposti kopioida, uutta rakennetaan vanhan päälle—vaikka uudet ohjelmistot näyttäytyisivät käyttäjälle yksinkertaisempina, ovat ne yleensä suurempia ja sisäiseltä rakenteeltaan monimutkaisempia kuin edeltäjänsä. Ohjelmiston koon kasvaessa toteutuksen vaativuus, monimutkaisuus ja työmäärä kasvavat eksponentiaalisesti. Ohjelmistohankkeen vauhdittaminen työntekijöitä lisäämällä on haastavaa, yleensä tehotonta ja joskus jopa mahdotonta. Kasvavan monimutkaisuuden ongelmia voi olla vaikea hahmottaa, koska aineettomat ohjelmistot liiketoimintana voivat skaalautua minimaalisin lisäkustannuksin; ohjelmistojen suunnittelussa tarvittava työ ei kuitenkaan skaalaudu.
- Ohjelmistojen rakentaminen eroaa monin tavoin perinteisemmästä insinööritoiminnasta. Ohjelmistoprojekteissa etukäteen tehdyt tarkat määritykset ovat usein ongelmallisia ja joskus jopa hyödyttömiä, koska olosuhteet ja tarpeet muuttuvat; myös kehitettävä ohjelmisto itse muuttaa sitä ympäristöä, johon sitä kehitetään. Ohjelmistokehitys on usein dynaaminen prosessi,

jossa tarpeita arvioidaan ketterästi ja ohjelmiston ominaisuuksia mukautetaan vastaamaan uusia vaatimuksia. Ohjelmisto ei yleensä tule koskaan valmiiksi—ohjelmistoa täytyy päivittää koko sen elinkaaren ajan olosuhteiden ja tarpeiden muuttuessa, muutoin ohjelmistot rapautuvat, niiden tietoturvaominaisuudet heikkenevät, ja ne muuttuvat vähitellen hyödyttömiksi.

- Myös ohjelmistojen hankinta vaatii ohjelmisto-osaamista. Järjestelmähankkeen epäonnistumisen riski on suuri, jos järjestelmien hankinnan tekijöiltä puuttuu tarvittava ohjelmistoalan ymmärrys ja ammattitaito laadukkaan hankintaprosessin läpiviemiseksi. Ohjelmistojen tekijöiden ammattitaito ei vapauta ostajia vastuusta—ostajienkin on opittava ohjelmistojen lainalaisuudet.
- Ohjelmistoalalla on tyypillistä teknologioiden jatkuva muutos. Tästä syystä alalla pysyminen edellyttää jatkuvaa uudelleen oppimista.

Ohjelmistoalan osaajapula tulee ratkaista korkeatasoista tutkintokoulutusta lisäämällä. Kuten yo. alan luonnehdinnasta käy ilmi, ohjelmistoalan ammattilaiselta edellytetään laaja-alaista osaamista, vankkaa perusteiden tuntemusta, kykyä soveltamiseen, kykyä omaksua nopeasti uutta ja vieläpä ymmärrystä ohjelmistojen sovellusaloista. On selvää, että ohjelmistoammattilaisia ei voi pikakouluttaa. Oppilaitosten tulee keskittyä vahvan perustan luomiseen, niin että ammattilaiset voivat vaivattomasti ylläpitää ammattitaitoaan ja huolehtia kilpailukyvystään. Yksittäisten teknologioiden ja järjestelmien osaaminen opitaan töissä, mutta käsitteet, perustaidot ja abstraktin ajattelun kyky niin teknologiassa kuin ohjelmistoliiketoiminnassakin hankitaan oppilaitoksissa.

Koulutuksen laadun kannalta myös ohjelmistotekniikan tutkimukseen panostaminen on välttämätöntä—ilman kansainvälisesti kilpailukykyistä tutkimusta ja tutkijayhteisöä ei myöskään koulutus pysy kansainvälisesti kilpailukykyisenä ja Suomi houkuttelevana

kohteena ulkomaisille opiskelijoille. Tutkimukseen panostaminen on välttämätöntä myös siksi, että olisimme eturintamassa kehittä-
mässä teknologiaa ja menetelmiä tulevaisuuden monimutkaisten
ohjelmistojen hallittuun rakentamiseen ja ylläpitämiseen.

Ohjelmistokehitys Suomessa 2023

Haastattelututkimus: ohjelmistokehitysjohtajien näkemykset nykytilasta ja kehityksestä

Haastattelimme 14 suomalaisten merkittävien ohjelmistoyritysten johtotehtävissä toimivaa henkilöä. Keskustelimme heidän kanssaan ohjelmistoalan nykytilasta, havaituista muutoksista viiden viimeisen vuoden aikana ja tulevaisuuden näkymistä. Odotetusti nykytilan kuvaukset olivat varsin yksityiskohtaisia, mutta näkemykset tulevaisuudesta jonkin verran sumeampia. Analysoituamme haastatteluista tekemämme muistiinpanot, päädyimme erittelemään havaintomme viimeaikaisiin muutoksiin, tämänhetkisiin ongelmiin, tulevaisuuden tarpeisiin sekä Suomen mahdollisuuksiin ohjelmistoissa. Seuraavaksi käymme läpi nämä havaintomme.

Tunnistettut muutokset ohjelmistoissa, ohjelmistokehityksessä ja -liiketoiminnassa

Kysyimme haastateltavilta, miten he luonnehtisivat muutoksia ohjelmistoalalla viimeisen viiden vuoden aikana. Saamiemme vastausten perusteella merkittävät muutokset voidaan luokitella esim. kulttuurisiksi, toimintaympäristöön liittyviksi, teknologisiksi ja liiketoiminnallisiksi.

Ohjelmistot ovat muuttuneet kaikkialle läpitunkeviksi ja niiden vaikutus yltää kaikkeen toimintaan nykyajassa. Pandemian myötä tämä on entisestään vahvistunut ja etätyö on muuttanut niin ohjelmistoalaa kuin muitakin teollisuudenaloja. Myös käytettävyys ja vastuullisuus mainittiin ja avoin lähdekoodi tuli esiin sekä muutoksena, tarpeena että mahdollisuutena.

Toimintaympäristö on muuttunut esimerkiksi niin, että monimutkaisuus ja laitteiden määrä on kasvanut ja samalla lait ja säädökset ovat tiukentuneet. Myös yleiset vaatimukset ohjelmistoille ovat kasvaneet ja erityisesti tietoturvaan ja tietosuojaan kohdistuu voimakkaita vaatimuksia.

Teknologiamuutoksista mainittiin erityisesti pilviratkaisujen yleistyminen, virtualisointi, IoT:n merkityksen kasvu ja integraatioiden yleinen lisääntyminen.

Liiketoiminnan muutoksista keskeisiä ovat ulkoistuksien ja toimintojen ulkomaille siirtämisen väheneminen ja datan merkityksen kasvu kaikessa liiketoiminnassa. Kilpailun Suomessa koettiin koventuneen ja markkinoiden saturoituneen. Tästä syystä viennin merkitys on kasvanut. Asiantuntijatyön ja -liiketoiminnan merkitys on lisääntynyt ja se hyödyttää etenkin yrityksiä, joiden tuotteista ohjelmistot muodostavat osan.

Ohjelmistoalan ongelmat tällä hetkellä

Ongelmat ohjelmistoalalla liittyvät eniten toimintaympäristöön, johtamiseen ja vanhentuneisiin rakenteisiin yhteiskunnassa.

Toimintaympäristöön liittyen eniten mainittu ongelma oli, kuten julkisuudessakin on monesti mainittu, osaaajapula. Oikeanlaisen osaamisen löytäminen erilaisiin ohjelmistoalan tehtäviin on vaikeaa ja monissa tapauksissa mahdotonta. Saimme myös useita mainintoja siitä, että ohjelmistotuotannon osaamistarvetta ei edes kunnolla ymmärretä. Lisäksi erikseen mainittiin puutteet liiketoimintakoulutuksessa, dataosaamisessa ja yleisessä ohjelmistotuotannon osaamisessa.

Tunnistettuja ohjelmistoalan kannalta vanhentuneita rakenteita

yhteiskunnassa mainittiin useita. Usean haastattelun mukaan tutkimus keskittyy ohjelmistoalan kannalta epärelevantteihin asioihin, mutta selkeitä esimerkkejä ei juuri mainittu. Myös kansantalouden toimialaluokituksen koettiin olevan vanhentunut ja piilottavan ohjelmistoalan useisiin luokkiin. Yksittäisiä ongelmallisia asioita mainittiin, esimerkiksi huonosti sopiva hankintalainsäädäntö, innovaatiojärjestelmän vanhentuneisuus ja puuttuvat ohjelmistoalan tutkimusohjelmat. Kiinnostava maininta oli keskityminen startupeihin ja PK-yrityksiin, vaikka koko alan menestys riippuu suurempien yritysten onnistumisesta. Yksi haastateltavista koki Maahanmuuttoviraston toiminnan haitallisena kansainvälisissä rekrytoinneissa.

Ohjelmistokehityksen johtamiseen liittyy ongelmia. Tämä voi liittyä johtamisen puutteisiin muiden kuin puhtaiden ohjelmistoyritysten ohjelmistokehityshankkeissa; muiden alojen johtamisopit eivät ole suoraan siirrettävissä ohjelmistokehitykseen. Myös ohjelmistotuotteisiin liittyvän liiketoiminnan johtamisen puutteet mainittiin haastatteluissa. Suomalaiset eivät ole erityisesti menestyneet ohjelmistotuotteiden kehittämisessä, vaan asiantuntijatyö on vallitseva tulonlähde. Lisäksi muiden alojen hankintakäytännöt eivät ole sopivia ohjelmistojen hankintaan ja hankintaosaaminen koettiin puutteelliseksi. Muita mainittuja johtamisen ongelmia olivat puutteet rekrytointikyvykkyyksissä, liian vaatimattomat liiketoimintatavoitteet, teknisen osaamisen yliarvostus ja puuttuva palvelumuotoilu.

Tarpeet lähitulevaisuudessa

Lähitulevaisuuden tarpeet liittyivät haastatteluissa osaamisen lisäämiseen, toimintakulttuurin muutokseen ja liiketoiminnan muuttamiseen.

Koska osaamispula oli keskeisin ongelma, kipein tarve liittyy

luonnollisesti osaamisen lisäämiseen. Eniten mainittu oli tarve lisätä ohjelmistotuotannon johtamisen tutkimusta ja kehittämistä. Teknologian ja liiketoiminnan välille pitäisi saada parempi yhteys. Ohjelmistoihin, ohjelmistokehitykseen ja ohjelmistoliiketoimintaan pitäisi saada tutkimus- ja kehitysohjelmiä, joiden avulla ohjelmistokehityksen ja sen johtamisen tasoa voisi nostaa. Yksittäisiä mainittuja osaamisen lisäämisen alueita olivat mm. legacyn hallinnan ratkaisut, jatkuva laadunhallinta, testaus, pilviosaaminen, työ-määrien arviointi ja uudelleenkäyttö. Lisäksi jatkuvaa oppimista, muuntokoulutusta ja yhteistyötä akatemian ja teollisuuden välillä haluttaisiin lisää. Yrityshaastatteluissa vaadittiin, että aloituspaikkojen määrää yliopistoissa pitäisi lisätä radikaalisti.

Toimintakulttuurin muutosta varten haluttaisiin laatia Suomen strategia ohjelmistotuotantoon ja sen menestykseen. Tähän pitäisi liittää myös ekosysteemien, verkostojen ja yhteistoiminta-alustojen kehittäminen, jotta mahdollisimman moni pääsisi mukaan menestykseen. Yksi haastateltu korosti tämän olevan erityisesti kulttuurinen muutos, johon liittyy avoimuus, yhteistoiminta ja myös tasa-arvo. Keskimäärin noin puolet tekijöistä pitäisi olla naisia.

Liiketoiminnan muuttamistarpeita mainittiin hiukan vähemmän, mutta muutama haastateltu korosti uudenlaisen liiketoiminta-ajattelun tärkeyttä, jonka pitää välittyä myös kehittäjille. Myös sote-ratkaisun merkitys liiketoiminnalle mainittiin, mutta tähänkin pitäisi kehittää mallit yhteistoiminnalle, koska vaadittavat ratkaisut ovat suuria.

Ohjelmistoalan mahdollisuuksista tulevaisuudessa

Tulevaisuuden visiot ohjelmistoalan mahdollisuuksista olivat hiukan vähemmän jäsentyneitä. Ne voi jakaa kolmeen luokkaan: liiketoimintaan keskittyviin, julkisen sektorin panostuksiin ja erikoistumiseen.

Usea haastateltava esitti keskittymistä valittuihin kapea-alaisiin ratkaisuihin. Tällöin pyrittäisiin luomaan ekosysteemit valituille sovellusalueille. Haastatteluissa mainittiin esim. pelit, taloushallinto, tietoturva ja avoimen lähdekoodin ohjelmistojen edelleen jalostus. Lisäksi arvoketjussa pitäisi pyrkiä korkeampaan jalostusasteeseen. Sinänsä tähän pitäisi olla hyvät mahdollisuudet, koska insinööri työ on ainakin yhden haastatellun mukaan Suomessa halpaa.

Suomessa on myös laadukkaita julkisen sektorin ohjelmistoja, joita pitää kehittää jatkuvasti edelleen. Kahden haastateltavan mukaan näissä olisi myös merkittävä vientipotentiaali, jos vain tätä pystyttäisiin hyödyntämään paremmin ja tekemään yhteistyötä sektorien välillä.

Toimenpiteet ohjelmistoalan kehittämiseksi 2023–2033

Ohjelmistojen kehityksessä vaadittavat taidot ja kyvykkyudet vaihtelevat sovelluskohtaisesti – hallinnollisessa tietojenkäsittelyssä vaadittavat kyvykkyudet ovat erilaisia kuin autojen ohjelmistojen laatimisessa. Tämän vuoksi esitämme sekä yleisiä että yrityskohtaisia toimenpiteitä. Yleiset toimenpiteet kohdistuvat ohjelmistoihin ja ohjelmistoalaan kokonaisuudessaan, kattaen:

1. Strategiset ohjelmistoteollisuuden toimenpiteet
2. Ohjelmisto-osaamisen kasvattamisen toimenpiteet

Yrityskohtaiset toimenpiteet kohdistuvat erikseen kolmeen eri ohjelmistoliiketoiminnan luokkaan:

1. Skaalautuvat ohjelmistotuotteet ja -alustat
2. Ohjelmistot fyysisissä tuotteissa ja niihin liittyvissä palveluissa
3. Digitaaliset palvelut ja niiden kehitys

Yleiset toimenpiteet

Esittämämme toimenpiteet kohdistuvat ensisijaisesti ohjelmistoalan yritysten tuottavuuden, laadun ja kasvun parantamiseen. Tätä varten on laadittava kansallinen ohjelmistostrategia ja tutkimusta ja koulutusta tulee lisätä. Lisäksi esitämme yleistä ohjelmistostrategian mukaan luotavaa ohjelmistoalan tutkimusohjelmaa, jossa paneudutaan tuottavuuteen ja laatuun, ohjelmisto-osaamisen levittämiseen sekä ohjelmistoliiketoiminnan kehittämiseen.

1. Strategiset ohjelmistoteollisuuden toimenpiteet

Strategiset ohjelmistoteollisuuteen liittyvät toimenpiteet palvelevat kaikkia aloja. Vaikka toimialojen ja yritysten tarpeet eroavat toisis-

taan, tavoitteena on tukea kaikkien alojen kestäväää toimintaa ja kasvua.

- Kansallinen ohjelmistostrategia: Suomen hallitus asettaa työryhmän luomaan kansallisen ohjelmistostrategian, jonka avulla voidaan ohjata lainsäädäntöä, julkisia hankintoja, sekä kasvattaa opetuksen ja tutkimuksen rahoitusta. Strategia luo edellytyksiä ohjelmistoalan kyvykkyyksien kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi, eräänlaiselle kansalliselle sekä EU:n laajuiselle ohjelmistoalan omavaraisuuden ja huoltovarmuuden turvaamiselle.
- Strateginen ohjelmistotuotannon tutkimusohjelma 150 miljoonaa: Suomen Akatemia ja Business Finland käynnistävät tutkimusohjelman ohjelmistotuotannon johtamisen, tuottavuuden ja laadun sekä ohjelmistoliiketoiminnan kehittämiseksi. Tämä pitää sisällään sekä pitkäjänteistä tutkimusta että lyhyemmän aikavälin yrityskehitystä.

2. Ohjelmisto-osaamisen kasvattamisen toimenpiteet

Koska ohjelmistotyö perustuu ihmisten tekemiin suunnittelupäätöksiin, on kokonaisvaltainen ohjelmisto-osaaminen keskeinen tekijä ohjelmistoteollisuudessa. Vaikka ohjelmistot joskus mielletään itsestäänselvyyksiksi, joiden varaan voidaan luoda uusia, innovatiivisempia tekniikoita kuten tekoäly, suuren ohjelmistokokonaisuuden hallinta ja ylläpito vaatii syvää osaamista sekä teknisesti että sosiaalisesti. Seuraavat toimenpiteet tähtäävät osaamisen kehittämiseen.

- Kaksinkertaistetaan ohjelmistoalan tohtorikoulutuksen määrä: Kansainvälinen kilpailukyky vaatii syvempää asiantuntemusta ja siten tohtorikoulutuksen lisäämistä. Tohtorikoulutuksen teemat ja aiheet vahvistetaan yhdessä ohjelmistoteol-

lisuuden kanssa. Näin varmistamme valmistuville tohtoreille helpon siirtymisen ohjelmistoteollisuuteen, ja toisaalta väitöskirjoissa ratkaistavat ongelmat palvelevat teollisuutta.

- Ohjelmistoalan koulutuksen merkittävä lisääminen ja kehittäminen. Lisätään ohjelmistoalan koulutuspaikkojen määrää ja sen mahdollistavaa rahoitusta kaikilla tasoilla. Kaksinkertaistetaan kansainvälisten opiskelijoiden määrä. Kehitetään kv-opiskelijoille suunnattuja käytänteitä mm. lopputöiden tekemiseksi yrityksissä madaltaen siten kynnystä työllistyä Suomeen. Suunnitellaan ja toteutetaan uudenlaisia toisten alojen ammattilaisille suunnattuja ohjelmistoalan lainalaisuuksia ja käytänteitä opettavia täydennys- ja muuntokoulutusohjelmia sekä elinikäistä oppimista.
- Naisten osuuden lisääminen ohjelmistoalalla 50 %:iin: Luodaan keinot vaikuttaa laajasti asenteisiin ja kulttuuriin. Pyritään monipuoliseen koulutustarjontaan ja roolimallien luomiseen aliedustetuille ohjelmistoammattilaisten ryhmille.

Yritysluokkakohdaiset toimenpiteet

Esittämämme toimenpiteet kohdistuvat ensisijaisesti ohjelmistoalan yritysten tuottavuuden, laadun ja kasvun parantamiseen. Tätä varten on laadittava kansallinen ohjelmistostrategia ja tutkimusta ja koulutusta tulee lisätä. Lisäksi esitämme yleistä ohjelmistostrategian mukaan luotavaa ohjelmistoalan tutkimusohjelmaa, jossa paneudutaan tuottavuuteen ja laatuun, ohjelmisto-osaamisen levittämiseen sekä ohjelmistoliiketoiminnan kehittämiseen.

1. Skaalautuvat ohjelmistotuotteet ja -alustat

Skaalautuvat ohjelmistotuotteet ja -alustat ovat ohjelmistoja, joiden kohdalla voimakkaasti kasvavien käyttäjämäärien tukeminen

on vaivatonta ohjelmistojen toimittamisen tai palvelinkapasiteetin skaalautumisen ansiosta. Esimerkkejä tällaisia tuotteita omavista yrityksistä ovat Supercell, Wolt ja M-Files. Tässä luokassa ohjelmistot mahdollistavat yritysten eksponentiaalisen kasvun. Kasvulla ei ole juurikaan fyysisen maailman hidasteita ja siksi uusien merkittävien vientituotteiden potentiaali on suuri.

- **Panostetaan skaalautuvien ohjelmistotuotteiden osamiseen:** Skaalautuvissa ohjelmistotuotteissa käyttäjämäärän nopea kasvattaminen on äärimmäisen tärkeää. Rahoitetaan skaalautuvan ohjelmistoteknologian tutkimusta.
- **Hyperskaalautuvat julkisen puolen ohjelmistotuotteet ja -alustat.** Julkisten tilausten tuotteistamisella on mahdollista luoda skaalautuvia tuotteita. Yrityspuolella esimerkkejä ovat jo ERP (SAP) ja CRM (SalesForce). Perustetaan kiihdytinohjelma, jossa valitaan sopivia julkisen puolen ohjelmistoja jalostettavaksi ja tuetaan niitä viimeisimmällä tutkimuksella.

2. Ohjelmistot teollisuuden tuotteissa ja niihin liittyvissä palveluissa

Ohjelmistot teollisuuden tuotteissa ja niihin liittyvissä palveluissa (esim. Valtra, Kone, Nokia) ovat merkittävä osa fyysisten tuotteiden arvoa tekemällä niiden käytöstä, hallinnasta ja huollosta helpompaa. Ohjelmistot ovat erittäin merkittävä osa vaikkapa tietoliikenneverkoissa, hisseissä sekä muissa koneissa ja laitteissa.

- **Digitaalisen transformaation vallankumous teollisuudessa.** Valmistavassa teollisuudessa on paljon kohteita, joissa digitalisoimalla tai digitaalisia kaksosia käyttämällä voidaan saavuttaa parannuksia tuottavuuteen. Perustetaan ohjelma tukemaan valmistavan teollisuuden nopeutuvaa digitalisaatiota.

- **Teollisuuden ohjelmistojen tekemisen erityispiirteet.** Valmistettavissa tuotteissa olevat ohjelmistot ovat usein hankalasti toimitettavia, päivitettäviä ja testattavia. Lisäksi valmistettavien tuotteiden tekemisen yrityskulttuuri ja johtaminen ovat usein ristiriidassa viimeisimpien ohjelmistokehitysprosessien kanssa. Perustetaan tutkimusohjelma tutkimaan ohjelmistokehityksen erityispiirteitä valmistettavissa tuotteissa ja ekosysteemeissä.

3. Digitaaliset palvelut ja niiden kehitys

Digitaaliset palvelut ja niiden kehitys (Kela, Vero, OP, Gofore, TietoEvy) mahdollistavat ohjelmistot, jotka toimivat digitaalisen yhteiskunnan tukijalkana. Pankki-, vakuutus- ja veroasioiden hoito helppokäyttöisillä ja luotettavilla ohjelmistoilla säästää merkittävästi palveluiden asiakkaiden ja toimittajien aikaa. Yrityksissä ja julkisissa organisaatioissa paremmilla talous-, henkilöstö- ja toiminnanohjausjärjestelmillä voitaisiin saavuttaa merkittävää tehokkuuden kohentumista.

- **Laatua ja säästöjä paremmalla hankintaosaamisella.** Monet julkisen puolen ohjelmistokehityshankkeet ovat kohdanneet merkittäviä vaikeuksia (esim. Apotti). Epäonnistumisen piirteitä ovat ylitetty aikataulu ja kustannukset sekä huono ohjelmiston laatu. Perustetaan ohjelma luomaan ja pilotoimaan toimivia hankintamenetelmiä julkisiin ohjelmistohankkeisiin.
- **Legacy-ohjelmistojen uudistaminen ja monimutkaisten palvelujen integrointi.** Monet yhteiskuntamme kriittisistä järjestelmistä on kehitetty vuosikymmeniä sitten. Tällaisten järjestelmien jatkokehitys ja uudistaminen on äärimmäisen hankalaa (esim. Helsingin palkanlaskenta). Monasti orga-

nisaatiolla voi myös olla satoja järjestelmiä. Näiden järjestelmien keskinäinen integrointi on loputon virheiden lähde. Perustetaan ohjelma tutkimaan ohjelmistojen uudistamista ja integrointia.

Yhteenveto

Aloitimme raportin kuvaamalla ohjelmistoalan erityispiirteitä ja ohjelmistokehityksen erilaisuutta verrattuna muihin teollisuudenaloihin. Totesimme, että alan erityispiirteitä ei välttämättä ymmärretä alan ulkopuolella. On kuitenkin demokratian, kansantalouden ja turvallisuuden kannalta tärkeää, etteivät kansainväliset digijätit hallitse kaikkea ohjelmistokehitystämme, vaan että myös suomalaiset toimijat voivat vaikuttaa siihen millaisia ohjelmistoja kansalaiset käyttävät ja miten niitä kehitetään.

Selvitimme keskeisiä ohjelmistoalaan liittyviä teemoja ja niiden tilannetta Suomessa tällä hetkellä ja haastattelimme 14 ohjelmistokehityksen johtajaa. Kartoitimme alan muutosta, ongelmia, tulevaisuudennäkymiä ja mahdollisuuksia.

Totesimme että kyky rakentaa ja hyödyntää ohjelmistoja on keskeistä lähes kaikessa liiketoiminnan menestyksessä. Tästä syystä ehdotimme joukon toimenpiteitä ohjelmistoalan kehittämiseksi. Näistä tärkeimmiksi voimme nostaa kolme. Ensimmäiseksi ehdotimme kansallisen ohjelmistostrategian luomista. Sen avulla voidaan ohjata lainsäädäntöä, julkisia hankintoja, sekä suunnata opetuksen ja tutkimuksen rahoitusta. Strategia luo edellytyksiä ohjelmistoalan kyvykkyyksien kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi, sekä kansalliselle ohjelmistoalan omavaraisuuden ja huoltovarmuuden turvaamiselle. Toiseksi ehdotimme 150 miljoonan euron arvoista strategisen ohjelmistotuotannon tutkimusohjelmaa. Ohjelman tavoitteena on synnyttää laadukasta ja tuottavaa ohjelmistokehitystä ja sen tutkimusta. Ohjelma keskittyy ohjelmistotuotannon tuottavuuden, laadun ja johtamisen kehittämiseen. Tämä pitää sisällään sekä pitkäjänteistä tutkimusta että lyhyemmän aikavälin yrityskehitystä. Kolmanneksi Suomi tarvitsee lisää ohjelmistoalan koulutusta kaikilla tasoilla, mutta erityisesti korkeakouluissa.

Kansainvälisille opiskelijoille suunnattuja käytänteitä pitää kehittää ja madaltaa kynnystä työllistyä Suomeen. Myös tohtorikoulutuksen määrä pitää kaksinkertaistaa.

Näiden yleisten toimenpiteiden lisäksi esitimme eriytyneempiä toimenpiteitä, sekä yleisiä, että sellaisia, jotka kohdistuvat erityyppisiin ohjelmistoliiketoiminnan luokkiin.



```
elif _operation == 'mirror':  
    mirror_mod = bpy.context.object.mirror_modifiers[0]  
    mirror_mod.enabled = True  
elif _operation == 'mirror_mod':  
    mirror_mod = bpy.context.object.mirror_modifiers[0]  
    mirror_mod.enabled = False
```

```
#selection  
mirror_ob = bpy.context.selected_objects[0]  
modifier_ob = mirror_ob.mirror_modifiers[0]  
bpy.context.scene.collection.objects.unlink(modifier_ob)  
print("Selected object: ", mirror_ob.name)
```

```
from bpy.props import BoolProperty  
from bpy.types import Object
```