

# Teollisuus ?.0 – Resurssien jakamista teollisuuden oman käyttöjärjestelmän avulla?

Onko keskustelu digitaalisten teknologioiden hyödyntämisestä eksynyt liiaksi yksittäisten teknologioiden soveltamisen polulle laajemman systeemikehityksen sijaan? Onko keskustelu yksittäisistä teknologioista, kuten tekoälystä johtanut siihen, että teollisuuden eri toimijat ovat enemmässä määrin omissa siiloissaan palomuurien sisällä, eikä integraatio- ja systeemistä kehitystä sekä yhteistoimintaa tapahdu? Tämän artikkelin tarkoituksena on muistuttaa teollisuuden eri toimijoille integraatiokehityksen merkityksestä osana digitaalisten teknologioiden ja systeemien kehitystä, niiden kaupallistamista ja käyttöä. On myös huomionarvoista, että erityisesti integraatiokehityksellä on ollut laajempia vaikutuksia työn tuottavuuden positiiviseen kehitykseen.

Jos digitalisaatio on integraatiokehitystä, tarvitsevat teollisuuden eri toimijat oman teollisuuden käyttöjärjestelmän (yhteisen kielen) kehityksen ja yhteistoiminnallisuuden, kuten esimerkiksi resurssien jakamisen tueksi. Integraatiokehityksellä tarkoitamme eri yritysten kilpailukyyn kannalta keskeisten, sopimussuhteisten, hajautettujen ja avoimien resurssien päällekkäisyyksien purkamista ja joustavaa resurssien uudelleen organisoitumisen mahdollistamista talouden eri toimijoiden kesken. Historian saatossa digitaalisen integraatiokehityksen ja yhteistoiminnallisuuden on mahdollistanut useimmiten protokolla, ohjelmointirajapinta, käyttöjärjestelmä tai alusta.

Integraatiokehityksen ymmärtämiseksi ja teollisuuden käyttöjärjestelmän synnyttämiseksi teollisuuden eri toimijoiden on hyvä ymmärtää kolme digitalisaation nykymuotoista kehityskulkua: 1) älykkäät tuotteet ja palvelut 2) älykäs valmistus ja työskentely ja 3) integraatioteknologiat, joille kullekin on omistettu oma lukunsa tässä artikkelissa.

Lopputulokset – teollisuuden oma käyttöjärjestelmä – kuvataan artikkelin viimeisessä luvussa.

Hankkimalla osaamisen näihin kolmeen edellä mainittuun digitalisaation keskeiseen kehityspolkuun 1-3 teollisuuden eri toimijoilla on mahdollisuus ymmärtää laajemmin digitalisaatiota ja sen systeemisempää integraatiokehitystä (kuva 1). Artikkelin lopussa esitämme näkemyksemme suosituksista yritysjohdolle liittyen teollisuuden yhteistoiminnallisuuden ja käyttöjärjestelmän kehitykseen.

## **Tuotteet, palvelut ja alustat: rajapinnat ja integroitavuus**

### **Modulaariset tuotteet, palvelut ja alustat**

Standardoidut rajapinnat, integroitavuus ja protokollat ovat keskeisiä tuote-, palvelu- sekä ohjelmisto- ja alusta-arkkitehtuurien nykyominaisuuksia. Erityisesti fyysisten komponenttien, alikokoonpanojen ja lopputuotteiden osalta standardeilla, modulaarisuudella, fyysisillä rajapinnoil-



Kuva 1. Teollisen digitalisaation kolme kehityspolkua ja teollisuuden käyttöjärjestelmä

la ja integroitavuudella on pitkä teollinen historia. Protokollien, ohjelmistopohjaisten rajapintojen sekä digitaalisten palveluiden – ja digitaalisten alustojen osalta historia on toistaiseksi lyhyempi. (Huttunen et al. 2019)

Laajemmin ajateltuna nykyisten tuotteiden standardoitujen rajapintojen, modulaarisuuden ja integroitavuuden seurauksena syntyivät nykymuotoiset yritystenväliset sopimussuhteet, komplementaarisuudet sekä toimitus- ja arvo- ketjut eri teollisuuden sekä teollisten palveluiden aloille (Seppälä, Ali-Yrkkö and Kenney 2014; Huttunen et al. 2019). Nykypäivän polkupyörä, matkapuhelin ja auto ovat hyviä esimerkkejä standardoiduista komponenteista, alikokoonpanoista valmistetuista tuotekokonaisuuksista ja erilaisista moduuleista ja rajapinnoista koostuvista ohjelmistokokonaisuuksista sekä niiden kehittyneestä integraatiosta tuotetasolla – ja digitaalisten palveluiden tasolla (kuva 2) (Ailisto et al. 2015). Toisaalta matkapuhelin ja mobiili Internet infrastruktuureineen ovat oiva esimerkki ohjelmistopohjaisesta systeemisestä integraatiokehityksestä.

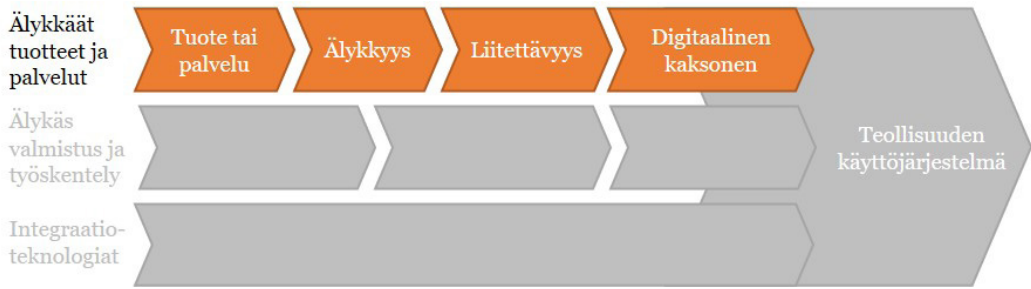
### Liitettävyyden ja älykkyyden

Ohjelmistopohjainen rajapinta- ja integraatiokehitys on teollisessa ja palvelutuotannossa lähtenyt liikkeelle jo hyvin varhaisessa vaiheessa 1980-luvulla (Huttunen et al. 2019). Nämä ohjelmistopohjaiset rajapinta- ja integraatoratkaisut sekä protokollat ovat pääsääntöisesti keskittyneet madaltamaan yritysten välisiä datan- ja tiedonsiirron kustannuksia sekä työn päällekkäisyyksiä eri yritysten kesken eri toimintojen välillä. Esimerkkejä ohjelmistopohjaisesta integraatio- ja protokollakehityksestä ovat mm. sähköinen ennuste, sähköinen tilaus, sähköinen tilausvahvistus, sähköinen lasku ja sähköinen maksatus. Toisaalta

palvelualojen rajapinta- ja integraatiokehitys lähti taas varsinaisesti käyntiin vuoden 2007 jälkeen, jolloin alustatalous koki mihinnousun ensin mobiiliin Internetin ja sovelluskauppojen (esimerkiksi iOS ja Appstore), myöhemmin globaalien markkinapaikkojen muodossa (esimerkiksi Amazon ja Alibaba).

Tänä päivänä ohjelmistopohjaiset rajapinnat toimivat uusien innovaatioiden, kaupallistamisen ja kaupan keskeisimpinä ajureina (Parker, Van Alstyne and Choudary 2016; Parker and Van Alstyne 2018). Esimerkiksi Applen iOS-käyttöjärjestelmässä on reilusti yli tuhat ohjelmistopohjaista rajapintaa. Nyt keskustelu ohjelmistopohjaisista rajapinnoista, integraatiokehityksestä ja protokollista on palautumassa teolliseen kontekstiin, niin komponenttitasolla, älykkäiden komponenttien tasolla, älykkäiden järjestelmien tasolla, järjestelmien järjestelmät -tasolla, sekä organisaatio-otasoilla. Laajemmin ajateltuna nykymuotoinen ohjelmistopohjainen digitaalisten kaksosten (engl. digital twin) kehitys jatkaa hyvin pitkälle samaa kehityspolkua kuten modulaaristen tuotteiden rajapintojen ja integraatiokehityksen kehityspolku viimeisen 30 vuoden aikana teollisuudessa. (Ailisto et al. 2015)

Teollisen rajapinta- ja integraatiokehityksen osalta suurin kysymys liittyy siihen miten älykkäiden tuotteiden ja palveluiden kehitys integroituu tuotannollisen ja käytön aikaisen systeemikehityksen kanssa? Toinen oleellinen kysymys liittyy siihen, että mureneeko yritysten välinen palomuri ja syntyvätkö yhteiset rajapinnat, protokolla, teollinen käyttöjärjestelmä ja tarpeellinen infrastruktuuri, joiden avulla integraatiokehitys voi jatkua ohjelmistokeskeisemmässä teollisessa maailmassa?



Kuva 2. Älykkäät tuotteet ja palvelut: Integraatiokehityksen keskeiset käsitteet

### Digitaalinen kaksonen

Älykkäiden tuotteiden ja palveluiden näkökulmasta kuvassa 2 on esitettyä tuotteiden ja palveluiden evoluutiokehitys, jonka viimeinen kehitysaskel on digitaalinen kaksonen. Digitaalisen kaksonen idea on luoda virtuaalinen kopio fyysisestä tuotteesta. Digitaalinen kaksonen koostuu kolmesta osasta: fyysisestä tuotteesta, virtuaalisesta tuotteesta ja näitä kahta yhdistävästä tiedosta (Tao and Zhang 2017; Tao et al. 2018) mutta myös ohjelmistorajapinnoista ja protokollista, joiden avulla tieto voidaan siirtää teollisella käyttöjärjestelmällä operoidulle laitteiden verkostolle eli järjestelmälle. Tao ym. (2018) ja Mattila ym. (2021) esittävät digitaalisen kaksonen osana tuotteen elinkaaren hallintaa, jossa digitaalinen kaksonen kerää kaikki tiedot tuotteesta sen koko elinkaaren ajalta aina konseptin luomisesta tuotteen kierrätykseen.

Tuotteen ja palvelun kehittäminen yhteensopivaksi teollisen käyttöjärjestelmän kanssa alkaa tuotteen älyllistämällä ja liittämällä se internetiin. Tuotteen ja palvelun pitää pystyä havainnoimaan oma tilansa sen käytöstä, mikä mahdollistaa sen, että yrityksellä on tallessa tiedot koko tuotteen ja palvelun elinkaaren ajalta digitaalisissa kaksoissa ja tuotteen elinkaarenhallinnan järjestelmässä. Digitaalinen kaksonen voi olla ensin tietosisällöltään suppea, mutta sitä voidaan kasvattaa yrityksen osaamisen kasvaessa.

Seuraavana digitaalinen kaksonen on kyettävä liittämään tietoa keräävään järjestelmään, jotta tieto tuotteen tilasta saadaan toisten digitaalisten kaksosten saataville. Kun tämä on yrityksessä mahdollistettu, voidaan aloittaa keskustelu laajemmasta integraatiokehityksestä. Seuraavaksi kuvaamme, teollisuus 4.0 (engl. Industry 4.0) lähtökohdista, keskeiset käsitteet teollisen käyttöjär-

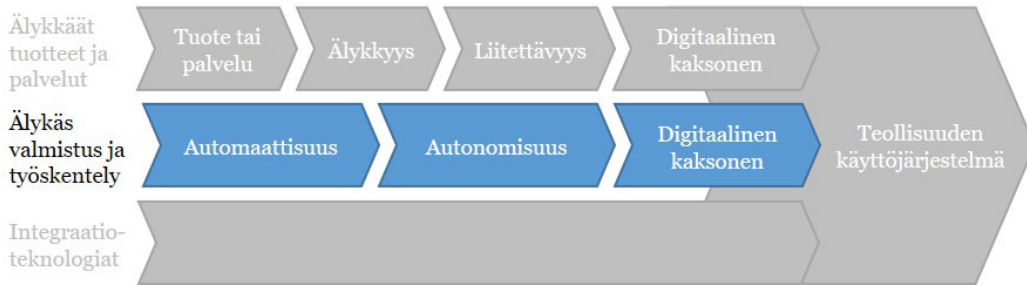
jestelmän synnyttämiseksi älykkään valmistuksen ja työskentelyn näkökulmasta.

### Valmistuksen integraatiokehityksen keskeiset käsitteet

#### Automaattisesta autonomiseen tuotantoon

Kuvaamme seuraavaksi älykkään valmistuksen ja työskentelyn osa-alueet ja niiden kehityksen (kuva 3). Tuotannon kehittäminen alkaa sen automaatioastetta nostamalla eli automatisoinnilla. Automatisaatiolla tarkoitamme manuaalisten työvaiheiden poistamista ja minimoimista valmistusprosessista ja niiden korvaamista ohjelmoiduilla tuotantolaitteistoilla, jotta ne toimivat tietyllä loogisella ja systemaattisella tavalla (Rosen et al. 2015). Automatisoitu järjestelmä toteuttaa ihmisen ennalta määrittämää tuotantotapaa ja -suunnitelmaa. Automaatio on hyvin pitkällä jo esimerkiksi autoteollisuudessa, jossa koneet valmistavat suuren osan auton osista ennalta määritellyllä tavalla. Automaation jälkeen tulee tuotannon autonomisuus.

Autonominen tuotantojärjestelmä hyödyntää saatavilla olevaa tietoa, prosessin ohjaamiseen itsenäisemmin ja jopa itsenäisesti (Rosen et al. 2015). Tuotannon autonomialla tarkoitamme tuotantoprosessin riippuvuutta ihmisistä. Mitä korkeampi tuotannon autonomiataso on, sitä vähemmän ihmisten tarvitsee puuttua tuotantoon. Olemme kuvanneet taulukossa 1 seitsemän autonomiatasoa teollisen valmistuksen näkökulmasta. Alimmaisella autonomiatasolla ihmisen valmistaa koko tuotteen itse. Korkeimmalla autonomiatasolla koneet valmistavat tuotteen ilman ihmisen puuttumista koko valmistusprosessiin. Autonominen tuotantojärjestelmä osaa esimerkiksi havaita modulaarisen tuotteen komponenttien loppumisen ja itsenäisesti valmistaa niitä lisää.



Kuva 3. Älykäs valmistus ja työskentely: integraatiokehityksen keskeiset käsitteet

Taso	Kuvaus
1	Ihminen valmistaa tuotteet.
2	Ihminen valmistaa tuotteet manuaalisilla koneilla.
3	Kone valmistaa tuotteet ihmisen ohjaamana.
4	Kone valmistaa. Ihminen on avustavassa roolissa.
5	Tuotantolinja valmistaa tuotteet. Ihminen valvoo prosessia ja voi sen keskeyttää.
6	Tuotantolinja valmistaa ja valvoo tuotantoa, ilmoittaa ongelmista ihmiselle.
7	Tuotantolinja valmistaa, valvoo ja järjestää vikatilojen korjauksen itsenäisesti.

Taulukko 1. Valmistavan tuotannon autonomian tasot ja kuvaus

Tuotantolaitoksen sisällä valmistusprosessin yksittäiset tuotantosolut voivat olla eri autonomiatasoilla. Esimerkiksi autoteollisuudessa runkojen valmistus voi olla täysin koneiden ja robottien tekemää, mutta loppukokoonpano saattaa silti olla ihmisten tekemää. Kun mietitään koko tuotantolaitoksen autonomiaa, määrittää sen solu, joka on alimmalla autonomiatasolla, autonomiapullonkaulana. Autonomisuudesta seuraava kehitysvaihe valmistuksen näkökulmasta on digitaalinen kaksonen. Vastaavat autonomiatasot tuotteille ja palveluille on hyvä kuvata, kun integraatiokehitys siirtyy yritysten palomuurien sisältä systeemisempään integraatiokeskusteluun.

### Tuotannon digitaalinen kaksonen

Digitaalinen tuotantoympäristön kaksonen toimii samalla periaatteella kuin tuotteen digitaalinen kaksonen, eli se kerää tiedon tuotantoympäristön tilasta, tallentaa tiedot ja toimii linkkinä fyysisen tuotantotilan ja digitaalisen tuotantotilan välillä. Se koostuu neljästä osasta, jotka ovat fyysinen tuotantoympäristö, digitaalinen tuotantoympäristö, tuotantoympäristön palvelujärjestelmät ja kaikkia kolmea yhdistävä tieto (Tao and Zhang,

2017). Keskeisin ero digitaalisen tuotteen kaksoseen on tuotantoympäristön palvelujärjestelmät, joka kokoaa yhteen yrityksen tietojärjestelmät, sekä tietokoneavusteiset työkalut tuotannon ohjaamista varten (Tao and Zhang, 2017).

Digitaalinen tuotantoympäristön kaksonen luo virtuaalisen tilan fyysisestä tuotantoympäristöstä, jossa tuotteiden digitaaliset kaksoiset voivat toimia. Kun sekä tuotteet, tuotantolaitteet että tuotantoympäristö on digitalisoitu, voidaan koko tuotantoa ohjata digitaalisten kaksosten kautta. On oleellista, että kaikista tuotantontekijöistä on olemassa digitaalinen kaksonen, koska vain siten voidaan saada luotettava kuva koko tuotantoyrityksen tilasta. Tämän koko yrityksen digitaalisen kaksosen luominen vaatii, että laitteet saadaan integroitua toisiinsa saumattomasti, mikä vaatii integraatiokehitystä, jonka kehityksen kannalta oleelliset teknologiat kuvataan seuraavaksi.

### Integraatioteknologiat kaiken yhdistäjänä

Teollisen yrityksen keskeisimmät kehitysalueet kohti teollisuuden käyttöjärjestelmää voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen: älykkäisiin tuotteisiin ja palveluihin, älykkääseen valmistukseen



Kuva 4. Integraatioteknologiat: keskeiset käsitteet

ja työskentelyyn sekä integraatioteknologioihin. Integraatioteknologiat toimivat perustana kahdelle muulle kehityksen osa-alueelle, jotka vaativat laitteiden, järjestelmien, tuotteiden ja palveluiden integrointia toimiakseen.

Tuotannon integraation kannalta on oleellista, että eri älykkäät tuotteet ja autonomiset tuotantosolut saadaan liitettyksi digitaalisten kaksosten kautta yhteen, koko tuotannon kattavaan järjestelmään. Tämä integraatio vaatii suurten tietomäärien käsittelyä ja laskentaa, jonka pohjalta koko tuotantoa ohjataan. Kasvaviin reaaliaikaisuustarpeisiin vaaditaan paljon laskentatehoa, jota pilvilaskenta on toistaiseksi pystynyt tarjoamaan. Pilvilaskennassa hyödynnetään ulkoisten palvelinkeskusten laskentatehoa, jolloin reaaliaikaisuus tuotannonohjauksesta saadaan tehokkaasti suoritettua. Pilvilaskennan haittapuoli reaaliaikaisuuden näkökulmasta on mahdollinen suuri viive dataa käyttävän laitteen ja palvelimen välillä (Pan and McElhannon 2018).

Viiveongelmaan on haettu ratkaisua reunalaskennasta. Reunalaskennassa hyödynnetään lähempänä tuotantolaitosta olevia tietokoneita tai palvelimia, jolloin vasteaika ja viiveet ovat huomattavasti pienempiä kuin pilvilaskennassa (Shi et al. 2016; Pan and McElhannon 2018). Reunalaskentaa tulisikin hyödyntää reaaliaikaista laskentaa vaativissa sovelluksissa, kuten automaattisten kuljetusrobotien ohjauksessa. Toisaalta pilvilaskenta on puolestaan parempi ratkaisu, jos datamäärä on suuri, eikä reaaliaikaisuus ole olennaista. Jotta reuna- ja pilvilaskentaa voitaisiin hyödyntää täydessä potentiaalissa, vaaditaan tuotantolaitoksessa hyvää tietoliikenneverkkoa.

Tietoliikenneverkon tarkoitus on mahdollistaa kaikkien tuotantolaitteiden ja tuotteiden tuottaman tiedon siirtäminen niiden digitaalisiin

kaksosiin sekä tiedon vastaanottaminen digitaalisilta kaksosilta. Tuotannon tiedosta riippuvuuden lisääntyminen vaatii nopeaa, mutta myös luotettavaa tiedonsiirtoa. Kiinteä langallinen tietoliikenneverkko takaisi molemmat (Varghese and Tandur 2014), mutta itsenäisesti liikkuvien robottien on mahdotonta liittyä kiinteään verkkoon, joten tietoliikenneverkon tulee olla langaton.

Langattomia tiedonsiirtoteknologioita on monia, kuten Wi-Fi, 4G/LTE ja uusin 5G. Näistä 5G tarjoaa parhaat ominaisuudet reaaliaikaisuuden ja luotettavuuden näkökulmasta (Varghese and Tandur 2014). Teollisen toiminnan näkökulmasta on oleellista ymmärtää 5G Wi-Fi:n kaltaisena teknologiana, eikä operaattorien markkinoimana julkisena internetyhteytenä. Paikallisella, tuotantolaitoksen sisäisellä 5G-verkolla saavutetaan paremmat vasteajat ja luotettavuus esimerkiksi jopa syvällä maanalaisissa kaivoksissa.

Integraatioteknologioiden päämääränä on mahdollistaa tuotantolaitoksen itseohjautuvuus ja toisaalta laajempi autonomisuus. Tuotantolaitteet tuottavat dataa toiminnastaan digitaalisiin kaksosiinsa, joiden pohjalta lasketaan tuotannon ohjauksen kannalta oleelliset päätökset reuna- tai pilvilaskentana. Laskennan lopputulos välitetään takaisin digitaalisille kaksosille, joiden ohjaamina tuotantolaitteet suorittavat tehtävänsä laskennan tulosten mukaan. Tämä tiedon kiertokulku on itseohjautuvuuden ja autonomisuuden ydin, joka mahdollistaa tuotantolaitoksen laitteiden autonomisen toiminnan. Laajemmin ajateltuna voimme tulevaisuudessa puhua jopa yrityksen digitaalisesta autonomisesta kaksosesta.

**Teollisuuden (Teollisuus 4.0) käyttöjärjestelmä**  
Terminä Teollisuus 4.0 viittaa tuotantolaitokseen, jonka laitteisto on liitettyä tietoliikenneverkolla



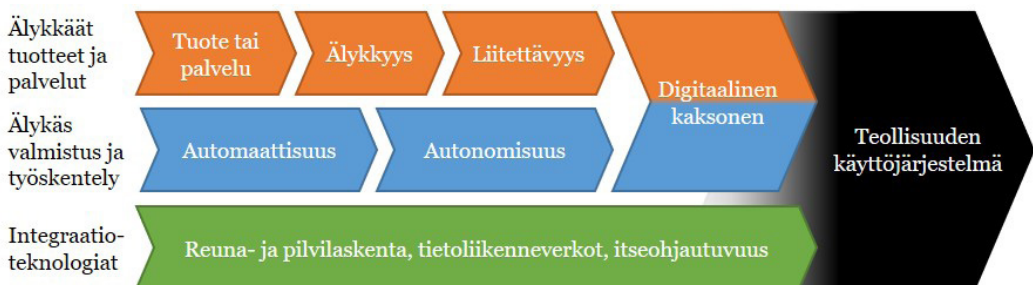
Kuva 5. Integraatiokehityksen edellytys: teollisuuden käyttöjärjestelmä

yhteen älykkääseen ja autonomiseen tuotantojärjestelmään, joka ohjaa tuotantoa (Jaskó et al. 2020). Mielestämme käyttöjärjestelmä on hyvä lisäys kuvaamaan kuvassa viisi esitetyn integraatiokehityksen lopputulemaa. Teollisuuden käyttöjärjestelmän ideana on koota kaikki tuotteen tai palvelun elinkaaren aikainen sekä tuotantolaitoksen (eri talouden toimijoiden) tuottama tieto digitaalisten kaksosten avulla yhteen paikkaan, josta sitä on helppo hallita. Tiedon keruun lisäksi se toimii alustana, johon jokainen yritys voi tarpeensa mukaisesti lisätä sovelluksia sekä omia vastavia järjestelmäkokonaisuuksia, jotta teollisuuden käyttöjärjestelmä palvelisi kunkin yrityksen tarpeita laajemmin. Lisäksi käyttöjärjestelmän avulla tuotteen ja palvelun elinkaaren aikainen sekä tuotantolaitoksen tieto voidaan liittää laajempiin systeemi- tai järjestelmäkokonaisuuksiin yhteensopivasti. Kun laajempi integraationaste toteutuu, on yritysten helpompi päättää mitä tietoa ja dataa halutaan käyttää itse tai mahdollisesti jakaa sopusuhteisille, hajautetusti tai avoimesti.

### Ensimmäiset askelmerkit yritysjohdolle ja innovaatiopolitiikasta päättävälle

Tulevaisuuden integraatiokehityksen osalta on keskeistä, että talouden eri toimijat määrittelevät seuraavat käsitteet: 1) Mitä tarkoitamme älykkäillä tuotteilla ja palveluilla ja niiden digitaalisilla kaksosilla? 2) Mitä tarkoitamme älykkäillä tuotannolla ja työskentelyllä? 3) Mitä ovat tuotteiden, palveluiden ja tuotannon sekä niiden digitaalisten kaksosten tueksi tarvittavat integraatioteknologiat, ja 4) Mitä tarkoitamme teollisuuden käyttöjärjestelmällä ja miten tuotteet, palvelut ja tuotanto integroituvat osaksi laajempia systeemiä kokonaisuuksia (kuva 6)? Yksi oleellisimmista kysymyksistä, joka tulee sisällyttää eri osakokonaisuuksien määritelmiin, on datan, tiedon ja eri transaktioiden reaaliaikaisuus ja integroitavuus sisäisiin ja yrityksen palomuurin ulkopuolella oleviin muihin järjestelmiin. Lisäksi määritelmässä tulisi huomioida tuotteiden, palveluiden ja tuotannon autonomian asteet.

Kun edellä mainitut käsitteet on määritelty,



Kuva 6. Teollisuuden integraatiokehityksen kolme kehityspolkua ja yhteistoiminnallisuus



voidaan luoda talouden toimijan oma kehityspolku: mitä osaamista talouden eri toimijoiden tulee hallita, jotta voidaan siirtyä hyödyntämään yhteisiä protokollia ja teollisuuden käyttöjärjestelmiä. Teollisuuden käyttöjärjestelmäkehityksessä on siis kyse laajemmasta integraatio- ja systeemikehityksestä, jossa pyritään luomaan saumaton virtuaalinen kopio tuotteista, palveluista, tuotannosta ja käytöstä sekä mahdollisesti tulevaisuudessa koko yrityksestä, myöhemmin systeemisemmästä kokonaisuudesta, kuten älykkäästä liikenteestä. Tämä kehityspolku helpottaa datan ja tiedon yhdistämistä, jakamista, koproioimista ja monistamista, sekä poistaa useimmissa tapauksissa päällekkäisiä resurssitarpeita talouden eri toimijoiden kesken.

Vertauksena yllä kuvattuun, ensimmäinen vaihtoehto olisi rakentaa nykyisen älypuhelimien jokaiselle sovellukselle (vrt. teknologialle) oma laite käyttöä varten, jolloin lopputuloksena olisi monta laitetta, kukin yhdelle sovellukselle. Ennen näin oli, kun oli erikseen kamera, videokamera, laskin, puhelin, kalenteri yms. Nykyään kaikki on yhdistettynä yhteen älylaitteeseen, josta kaikkia sovelluksia on helppo käyttää. Nyt tarvitaan siis teollisuuden ”älypuhelin” (teollisuuden käyttöjärjestelmä) innovaatiopolitiikan ja kestävämmän talouden tueksi. ●



**Joona Salo**  
Aalto-yliopisto  
joona.salo@aalto.fi



**Timo Seppälä**  
ETLA ja Aalto-yliopisto  
timo.seppala@etla.fi

Kiitokset: tämä artikkeli on kirjoitettu osana BRIE-ETLA-tutkimusprojektia, jota tukee Business Finland.

### Lähteet

Ailisto, H. et al. (2015) 'Finland – The Silicon Valley of Industrial Internet', *Publication of the Government's analysis, assessment and research activities*, 10(August).

Huttunen, H. et al. (2019) 'What Are the Benefits of Data Sharing? Uniting Supply Chain and Platform Economy Perspectives', *ETLA Report*, (93).

Jaskó, S. et al. (2020) 'Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard- and ontology-based methodologies and tools', *Computers in Industry*. Elsevier B.V., 123, p. 103300. doi: 10.1016/j.compind.2020.103300.

Pan, J. and McElhannon, J. (2018) 'Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications', *IEEE Internet of Things Journal*, 5(1), pp. 439–449. doi: 10.1109/JIOT.2017.2767608.

Parker, G. and Van Alstyne, M. W. (2018) 'Innovation, Openness, and Platform Control', *Management Science*, 64(7), pp. 3015–3032. doi: 10.2139/ssrn.1079712.

Parker, G. G., Van Alstyne, M. W. and Choudary, S. P. (2016) *Platform revolution: How networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. WW Norton & Company.

Rosen, R. et al. (2015) 'ScienceDirect', IFAC-PapersOnLine. Elsevier Ltd., 48(3), pp. 567–572. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.141.

Seppälä, T., Ali-Yrkkö, J. and Kenney, M. (2014) 'Global Supply Chains and Transfer Pricing: Insights from a Case Study', *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(4), pp. 445–454.

Shi, W. et al. (2016) 'Edge Computing: Vision and Challenges', *IEEE Internet of Things Journal*. IEEE, 3(5), pp. 637–646. doi: 10.1109/JIOT.2016.2579198.

Tao, F. et al. (2018) 'Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data'. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, pp. 3563–3576. doi: 10.1007/s00170-017-0233-1.

Tao, F. and Zhang, M. (2017) 'Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing', *IEEE Access*, 5, pp. 20418–20427. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2756069.

Varghese, A. and Tandur, D. (2014) 'Wireless requirements and challenges in Industry 4.0', in 2014 International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), pp. 634–638. doi: 10.1109/IC3I.2014.7019732.

## **Päivittäisjohtamisen teemaryhmä käynnistyy syksyllä!**

**Vaivaako mieltäsi ajatus, että päivittäisjohtamisen ja hienokuormituksen linkkiä ei ole täysin hyödynnetty?**

**Oletko kehittänyt materiaalinohjausta, mutta silti puutteita on, tai kehittänyt aikataulutusta, mutta silti tuotteet ovat myöhässä?**

**Tuottavatko tuotannon jatkuvat muutokset ongelmia, joita ERP-järjestelmäsi ei pysty tukemaan ja näet taulupohjaisessa ohjaamisessa potentiaalia? Oletko kenties jo aloittanut?**

**Onko yrityksesi ja sinä kiinnostunut kehittämään tuotannon ohjaamista päivittäisjohtamisen keinoin?**

Mikäli osallistuminen Päivittäisjohtaminen tuotannonohjauksessa -teemaryhmän toimintaan kiinnostaa, seuraa sähköpostiasi: haku ryhmään toteutetaan heti kesälomien jälkeen elokuussa. Ryhmää koordinoivat STO:n puolesta Juho Nikkola ja Marja Blomqvist ja voit ilmaista kiinnostuksesi etukäteen myös heille.

Ryhmä on osallistujille maksuton, mutta kunkin osallistujan toivotaan isännöivän yhden tapaamisen yrityksessään, mikäli vierailut ovat sallittuja. Järjestäytymistapaaminen toteutetaan Teamsissa alustavasti syyskuussa, minkä jälkeen tapaamiset järjestetään mahdollisuuksien mukaan paikan päällä tuotannossa.

**Kesälomaa (ja yhteydenottoja) odotellen,  
Marja & Juho  
STO ry  
marja.blomqvist@qdc.fi  
juho.nikkola@qdc.fi**



Kuva: Karri Esala