



2/2018

Valokynä

Tietokoneavusteisen suunnittelun ja valmistuksen, tuotteen elinkaarenhallinnan sekä rakennusten tietomallinnuksen ammattilehti.

Teollisuus 4.0 teemanumero

8

Konepajan kehittäminen

Teollisuus 4.0:n keinoin

18

Laadunvalvonta

Teollisuus 4.0 pyörteissä

28

Teollinen vallankumous vaatii rohkeutta

WHAT IF YOUR MACHINES COULD TALK?

Product InUse - A cloud based Industrial IoT solution.

Product InUse allows companies to implement digital services based on machine data. With Product InUse machines can keep the user community up to date of the performance and maintenance needs, and suggest next best actions to improve OEE, MTBF or MTTR.

Teollisuuden digikumppani



KONENÄKÖ



TOIMINNANOHJAUS



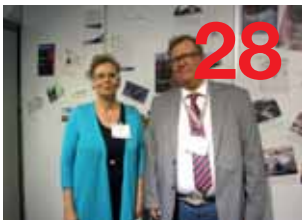
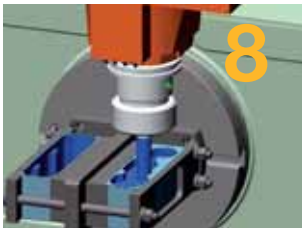
TUOTANNONOHJAUS



SISÄLOGISTIIKKA



TUOTEHALLINTA



8

Konepajan kehittäminen Teollisuus 4.0:n keinoin

18

Laadunvalvonta Teollisuus 4.0 pyörteissä

24

Johtajien on vaikea nähdä, mistä aloittaa Teollisuus 4.0

28

Teollinen vaalankumous – Jari Kaivo-ojan haastattelu

30

Koulutusta

50

35 vuotta digitalisaatiota tuotetiedonhallinnan näkökulmasta

Kannessa:

Teollisuus 4.0 teemanumero

**VAKIOT**

Pääkirjoitus 5
Puheenjohtajan palsta 6
CCY:n uutiset 7

Uutiset 12
Yritysjäsenet 34
Tuoteuutiset 47


www.facebook.com/cadcamyhdistys
Valokynä 3/2018 ilmestyy syyskuussa

Artikkelien toimituspäivämäärä 30.8.2018

Ilmoitusten toimituspäivämäärä 7.9.2018

Julkaisija:

CAD/CAM-yhdistys ry
 PL 348, 33101 Tampere
 p. +358 50 436 4310

Internet:

www.valokyna.fi

Toimitus:

päätoimittaja Jukka Kallioinen

Taitto:

Risto Kankaanperä, sconnect.fi

Painopaikka:

Kirjapaino Kari Ky, Jyväskylä

Graafinen suunnittelu:

Minna Innala, Jukka Kallioinen

Toimitusneuvosto:

Matti Hannus, Minna Innala, Jukka Kallioinen,
 Helena Malinen, Tapio Saarinen, Juha Sihvonen

Ilmoitusmyynti:

ilmoitukset@cadcamyhdistys.fi

Uutiset:

uutiset@valokyna.fi

Tilaukset:

Irtto numero 13,50 € (+toimituskulut 4 €)
 Kestotilaus 45 €/vuosi
 Vuositilaus 49 €/vuosi
 Hintoihin sisältyy alv 10%.
 Lehti ilmestyy neljä kertaa vuodessa
sihteeri@cadcamyhdistys.fi

SSN 0780 - 0843

Lähetettävä aineisto:

CAD/CAM-yhdistys ry,
 Valokynä, PL 147
 40101 Jyväskylä
editor@cadcamyhdistys.fi

Ilmoitusmateriaali:

Kaikki materiaali tulee toimittaa sähköisessä muodossa
 Tiedostotyypit: InDesign CS3, PDF, EPS
 Pakkaus: ZIP-pakattuna

Kuvatiedostot: EPS, JPG tai TIFF
 Väripaletti: CMYK
 Resoluution: min 300 dpi
 Leikkuvuvara: 3 mm ympäriinsä

Aineiston toimitus sähköpostilla.

Lisää vauhtia Teollisuus 4.0:aan

CAD-järjestelmien käyttö aloitettiin Suomessa 1980-luvun alussa. Siitä alkoi myös Valokynän taival. 1990-luvulla kuuma aihe oli mm. 3D-suunnittelu. 2000-luvulla tiedonhallinta nousi vahvasti mukaan CCY:n toimintaan ja Valokynä-lehden palstoille. Nyt kun eletään 2010-luvun loppupuolta, niin tuntuu siltä, että uusia isoja asioita tulee esiin yhä enemmän ja varsinkin huomattavasti nopeammassa tahdissa kuin menneinä vuosikymmeninä. Yksi tämän päivän kuumista puheenaiheista on Teollisuus 4.0. Myös CCY on laajentanut toimintaansa ja ja on aktiivisesti mukana neljännessä teollisessa vallankumouksessa.

Ensimmäinen kirjoitus aiheesta löytyy Valokynästä 1/2016. Seuraavan kerran aiheeseen palattiin samaisen vuoden viimeisessä numerossa. Tästä alkoi CCY:n vahva panostus aiheeseen. Yhdistys on järjestänyt jo kolme seminaaria ja yhden paneelikeskustelun Teollisuus 4.0 -teemalla. Lisäksi aiheesta on haastateltu tutkimusjohtaja **Jari Kaivo-ojaa** kahdesti. Viimeksi toukokuussa Advanced Engineering -tapahtumassa (ks. sivu 28).

On ollut mielenkiintoista seurata, melko vaikeastikin ymmärrettävään aiheeseen käsittelyä. CCY on pyrkinyt löytämään keinoja puhua asiasta käytännön läheisesti. Olihan maaliskuussa järjestetyn seminaarin otsikokin Teollisuus 4.0 käytännössä.

Kaiken kaikkiaan koko yhteiskunta on isojen muutosten äärellä. Sitä digitalisoidaan huimaa vauhtia. Teollisuus 4.0 nostaa päätään ja se aletaan pikkuhiljaa nähdä koko yhteiskuntaa ravisuttavana asiana. Robotisaatio tulee muuttamaan työelämää. Siirty-

minen teollisuusyhteiskunnasta tietoyhteiskuntaan on meneillään.

Deloitte maailmanlaajuinen tutkimus kuitenkin osoittaa, että suur yritysten ylin johto ei vielä koe olevansa valmis vastaamaan neljännen teollisen vallankumouksen tuomiin strategisiin, yhteiskunnallisiin, teknologisiin ja tarvittavan osaamisen vaatimuksiin (ks. sivu 24). Se, että ei oikein löydetä keinoja kuinka aloittaa, ei ole siis pelkästään suomalaisen haaste. Emmekä ehkä todellisuudessa olekaan niin paljon jäljessä, kuin välillä annetaan ymmärtää. Uusien teknologioiden ja toimintamallien nopealla käyttöönottamisella, meillä on mahdollisuus olla digitalisaation ja Teollisuus 4.0:n kärkimaita maailmassa.

Yritysjohtajien agendalla on uusien ja innovatiivisten tuotteiden ja palveluiden kehittäminen sekä tuottavuuden kasvattaminen. Nämä ovat tärkeitä aiheita, mutta Teollisuus 4.0 on paljon enemmän, johon pitäisi liittyä esimerkiksi uusien kyvykkyyksien kehittäminen ja kilpailijoiden liiketoiminnan häirintä uudella tavalla liiketoimintamalleilla. Nämä jäävät kuitenkin tutkimuksen mukaan pinon alimmaisiksi.

Summa summarum kaikesta tästä syntyi ajatus tehdä Valokynän Teollisuus 4.0 -teemanumero. Ja tässä se nyt on. Tämän lehden artikkelit käsittelevät aihetta eri näkökulmista, jotta siitä syntyisi moniulotteinen ja ymmärrettävä kuva. Toivottavasti nämä avaavat aihetta ja saat uusia ajatuksia siitä, miten Teollisuus 4.0 voisi auttaa sinua ja yritystäsi menestymään tulevaisuuden uusissa haasteissa.

Olemme vasta neljännen teollisen vallankumouksen kynnyksellä ja

kukaan ei vielä tiedä mihin kaikki johtaa. Aihe on laaja, moniulotteinen ja moniselitteinen. Välillä on vaikeaa erottaa mitkä asiat kuuluvat tämän uuden teollisen vallankumouksen aihepiiriin ja mitkä ovat vain vuosikymmenien tuottamaa evoluutiota. Vaikka alussa mainitsin, että uusia asioita tulee yhä kiihtyvällä tahdilla, niin niitä kutakin tullaan pureksimaan useita vuosia. Teollisuus 4.0 -aiheeseen, niinkuin muihinkin isoihin teemoihin, patataan varmasti vielä useaan otteeseen. Jos sinulla on tiedossa hyviä case-tarinoita, niin kuuluisimme niistä mielellämme. ■



päätöimittäjä Jukka Kallioinen
050 436 4310
jukka.kallioinen@valokyna.fi

Helppokäyttöisyyden paradoksi

Avustin viikonloppuna DORO-senioripuhelimen käyttöönottoa eräälle ystävälleni, kun totesin tämän helppokäyttöiseksi mainostetun laitteen toimivan varsin epäloogisesti. Tietojen syöttö sisään oli erittäin vaivalloista eivätkä toiminnot auenneet erityisen helposti. Minulle tuli sellainen vaikutelma, että *digitatiivi nörtti* on toteuttanut oman visionsa siitä, miten seniori haluaa käyttää puhelin-taan. Myyjä oli vaikuttunut laitteen ominaisuuksista – kuten minäkin vielä kaupassa, mutta todellinen käyttökokemus jäi vaisuksi.

Aloin miettiä, miksi tällaista tehdään vielä nykyaikana. Neljäs teollinen vallankumous on hyvää vahtia käynnissä, mutta tietokoneohjelmistot ja tekniset laitteet eivät edelleenkään mukaile käyttäjien tarpeita ja toimintalogiikkaa, vaan käyttäjät joutuvat opettelemaan näille tyypilliset toimintatavat. Osa varmasti selittyy historialla ja vanhempien ohjelmistojen rajoittuneisuudella, mutta uusissa ohjelmissakin on edelleen käsittämättömiä kankeuksia. Ainakaan itse en ole vielä törmännyt loogisesti toimivaan ja helppokäyttöiseen sovellukseen, joka aidosti tukee käyttäjän toimintaa ja tarjoaa hänelle tarvitsemansa tiedot helposti hyödynnettävässä muodossa.

Tilanne tulee entistä haastavamaksi, kun tarkastellaan koko yrityksen tietojen tarkoituksenmukaista hallintaa ja eri käyttäjien tarpeita tietojen hyödyntämiseen. Harvassa ovat ne yritykset, joissa on asian-tuntijoiden luotsaamana tehty kokonaisvaltainen tietojenhallintastrategia. Tätä tukemaan on mietitty käyttäjälähtöisesti optimaaliset tietovirrat ja datojen hallintapaikat tukemaan tiedon tuottamista ja jakamista eri puolille organisaatiota. Trendinä tuntuu edelleenkin olevan osastokohtainen kehittäminen, jossa haetaan ratkaisuja vain tiettyyn, rajattuun osa-alueeseen. Tällaisessa siilokehittämisessä ymmärrys kollegoiden tekemisestä ja tiedontarpeesta hämärtyy, jolloin

ajaudutaan helposti päällekkäisen tiedon käsittelyyn ja erilaisten omien seurantataulukoiden ylläpitoon. Näin ei toteudu visio tietopääoman tehokkaasta hallinnasta ja tosiaikaisesta tiedolla johtamisesta.

Nykyaikana pitäisikin kiinnittää entistä enemmän huomiota siihen, miten yrityksen tietoihin saadaan suoraan näkymä. Raportoinnin sijasta päästään seuraamaan reaaliaikaisesti ja visuaalisesti helposti hahmotettavaa dataa. Näin kaikki osapuolet voivat itse katsoa helposti järjestelmästä esimerkiksi, mitkä ovat sallitut tuotevariaatiot, miten tuotanto toimii tai projekti etenee. Samalla voidaan ehkäistä tiedonhallinnasta johtuvien virheiden määrää ja käyttää tietojärjestelmiä tehokkaammin, kun useamman henkilön tarpeet voidaan ottaa huomioon kokonaisvaltaisesti. Yhteisen datan hyödyntäminen on omiaan lisäämään myös muuta kommunikaatiota, jolloin yhdessä kehittämisen kulttuuri voimistuu.

Se, millainen on kullekin yritykselle tai verkostolle tarkoituksenmukainen tiedonhallintakokonaisuus riippuu paljolti hallittavasta datasta ja osapuolista. Toimiala vaikuttaa myös paljon valittuihin ohjelmistoihin ja sovelluksiin. Tiedon kokonaisvaltaista hyödyntämistä kun useimmiten estää se, että sitä ei ole tallennettu sellaisiin järjestelmiin tai siinä muodossa, että kaikki tarvitsijat pääsivät siihen joustavasti käsiksi. Näin ollen yhteisen tarvekartoituksen merkitystä ei pidä vähätellä.

Nykyaikaiset tuotetiedon-, laistiedonhallintaan tai rakennuksen tietomallinnukseen tarkoitetut ohjelmistot tarjoavat monipuoliset mahdollisuudet kohteen tietojen visuaaliseen hallintaan. Malleihin pystytään liittämään runsaasti tarpeellista tietoa, joka auttaa keskusteluissa ja yhteisen ymmärryksen muodostumisessa. Edut ovat kiistattomat ja onkin vaikea kuvitella isoa allianssimallilla toteutettavaa hanketta, jossa ei hyödynnettäisi täysimääräisesti nykyaikaisia tie-

donhallinta- ja mallinnusratkaisuja.

Demoissa messuilla kaikki toimii moitteettomasti. Virtuaaliympäristössä voidaan asioita havainnollistaa sopivasti ja kaikki näyttää helpolta. Mutta tapahtuvatko asiat kuitenkin näin joustavasti todellisuudessa? Uskallan väittää, että edelleenkin on haasteita eri tietojärjestelmissä olevien datojen muokkaamisessa hyödynnettävään muotoon.

Kehitys ottaa aikaa, mutta suunta on oikea! ■



Minna Innala

Minna Innala
CAD/CAM-yhdistys
puheenjohtaja
minna.innala@cadcamyhdistys.fi
Luettavissa myös:
<http://www.cadcamyhdistys.fi/blogi.html>

Teollinen teknologiakärki Advanced Engineering –tapahtumassa



Jari Kaivo-oja matkalla haastatteluun .

singin Messukeskusessa PulPaper ja PacTec-tapahtumat. Osa CCY:n yritysjäsenistä oli mukana Advanced Engineering -tapahtumassa ja osa PulPaper- ja PacTec-tapahtumassa. CCY:llä oli oma näyttelyosasto Advanced Engineering -tapahtumassa.

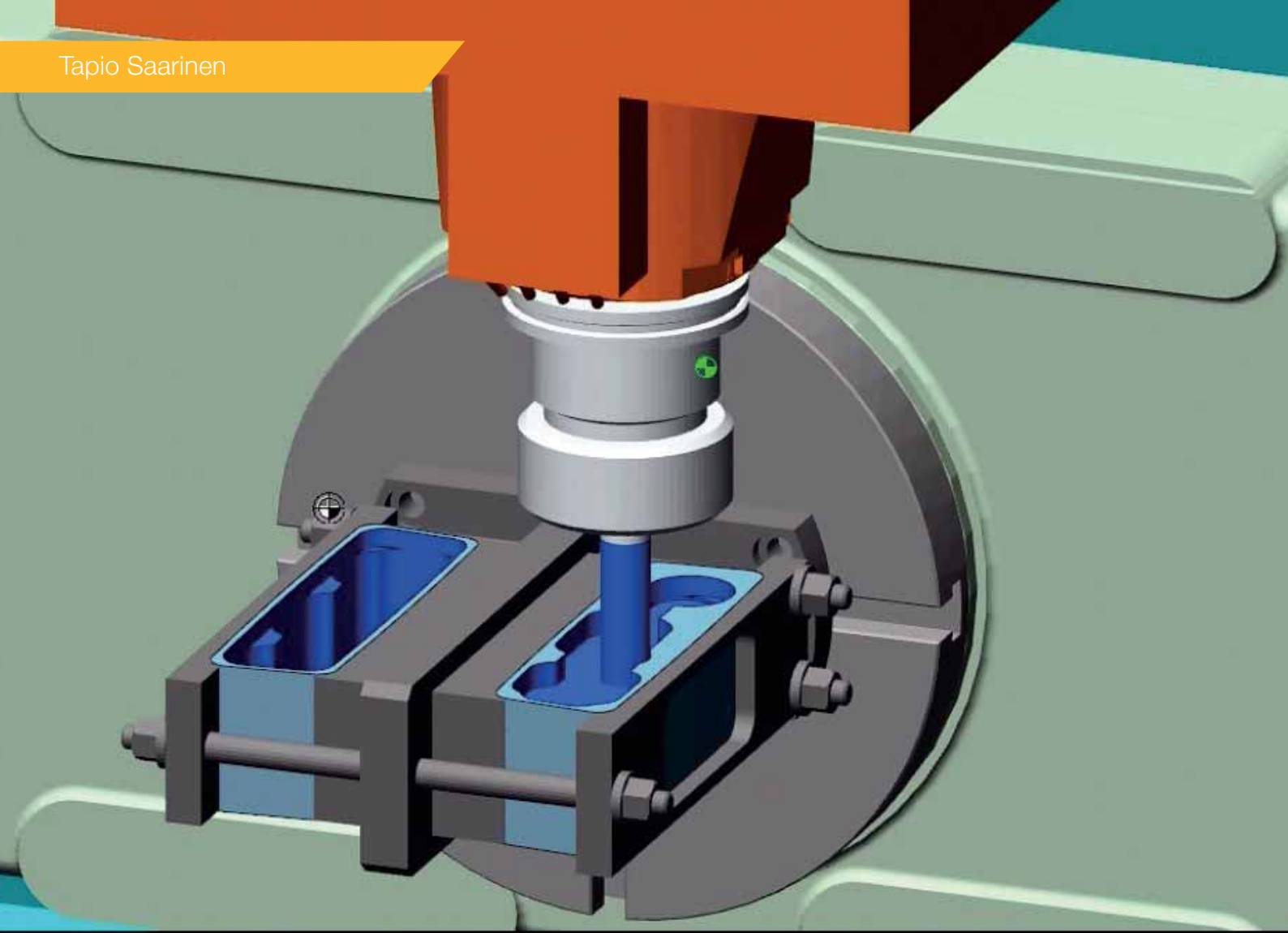
Advanced Engineering -tapahtuman keskiössä olivat alalta tutut yritykset näytteilleasettajina sekä korkealaatuinen seminaariohjelma, joka koostui niin kansainvälisten, kuin kotimaistenkin asiantuntijoiden puheenvuoroista. CCY:n organisoima ja fasilitoima tutkimusjohtaja **Jari Kaivo-ojan** haastattelu sai lämpimän vastaanoton. Haastattelusta lisää tämän lehden sivulla 28.

Advanced Engineering Helsinki -tapahtuma juontaa juurensa Birminghamissa järjestettävään Advanced Engineering -tapahtumaan, joka on yksi Euroopan vauhdikkaimmin kasvavista teollisuustapahtumista. Tänä vuonna tapahtuma juhliikin Isossa-Britanniassa 10-vuotistaivaltaan. ■

Suomessa toista kertaa järjestetty Advanced Engineering -ammattilaistapahtuma antoi vierailijoilleen mahdollisuuden nähdä ja kokea 4. teollisen vallankumouksen aina suunnittelusta prototyyppien valmistukseen, automaatioon, sekä uusimpiin materiaaleihin. Tänäkin vuonna kaksipäiväinen tapahtuma oli saanut alan täyden tuen ja sitä oli rakentamassa myös CCY messujärjestäjä Easyfairsin kumppanina. Muita yhteistyökumppaneita olivat FIIF, Muoviteollisuuden Komposiittijäsenistö, VTT, KPMG ja Insinööriliitto.

Tapahtuma antoi vierailijoille mahdollisuuden uusiin kohtauksiin, asiakkuuksien hoitoon ja verkostoitumiseen, unohtamatta asiantuntijoiden puheenvuoroja tapahtuman kahdella lavalla. Samaan aikaan järjestettiin Hel-





Konepajan kehittäminen Teollisuus 4.0:n keinoin

Teollisuus 4.0 tarkoittaa sitä teollisen kehityksen vaihetta, jossa on tunnistettavissa seuraavia piirteitä: yhteiskäyttöisyyttä (*Interoperability*), digitaalisia malleja (*Virtualization*), hajauttamista (*Decentralization*), tosiaikaisuutta (*Real-Time Capability*), palveluajattelua (*Service Orientation*) ja mivaihtokelpoisia osakokonaisuuksia (*Modularity*). Esittelen tässä artikkelissa; miten konepajan pitäisi lähestyä ajatusta siirtymisestä Teollisuus 4.0 mukaiseen toimintatapaan.

Tiedon yhteiskäyttöisyys

Nykytilanteessa on selvästi havaittavissa, että yrityksissä on paljon erilaisia tietojärjestelmiä hoitamassa erilaisia tehtäviä. On joustavaa valmistusjärjestelmää (FMS), on valmistuksen toteutusjärjestelmiä (MES), on valmistusprosessien suunnittelu (PPS) ja ohjausjärjestel-

miä (MCS), on toiminnanohjausjärjestelmiä (ERP), on asiakastietojen ja myynnin tukijärjestelmiä (CRM) ja niin edelleen. Yleensä nämä on yritykseen hankittu pitkän ajan kuluessa ja niihin on kertynyt paljon tietoa.

Tiedon yhteiskäyttöisyyden ensimmäisenä perusedellytyksenä on tietojen merkityksien yhtenäinen ymmärtäminen ja kuvaaminen, mikä

johtaa yhteiseen tietomalliin. Tämän vuoksi siirtyminen digitaaliseen tiedonhallintaan onkin aloitettava yrityksen kaikkien tietojärjestelmien käsittelemän tiedon eheyttämisestä.

Sitten kun yrityksessä on kaikkien järjestelmien tiedot kuvattu yhtenäisesti, on vuorossa niiden eheyttäminen eri osajärjestelmissä. Tämä on tehtävä, vaikka työ

tuntuukin alussa ylivoimaiselta.

Tietojen käsittelyn esteenä on yleisesti sen hajanaisuus, joka vaikeuttaa yhteiskäyttöisyyttä. Ohjelmistoyritykset rakentavat mielellään asiakaskohtaisia ratkaisuja, joiden liitettävyyden toisiin järjestelmiin on usein onneton. Kun tietoa siirretään järjestelmästä toiseen, on huolehdittava, ettei tiedon merkitys muutu siirron aikana. Saattaa olla, ettei kohdejärjestelmän tarvitsemaa tietoa löydy sinällään yhdestäkään lähdejärjestelmästä ja se on muodostettava useista yksittäisistä tiedoista.

Eheyttäminen voidaan saavuttaa myös siten, että eri osajärjestelmässä oleva tieto muutetaan kerralla yhteisen tietomallin mukaiseksi käyttämällä muunnosmalleja ja -ohjeita.

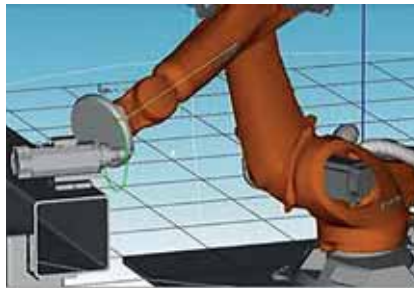
Kun eheyttäminen on saatu päätökseen, tuloksena on sisältöiltään yhtenäinen tietojärjestelmäkokonaisuus, jossa kaikki osajärjestelmät toimivat käytännöllisesti ja tehokkaasti yhteen. Tiedot siirtyvät järjestelmistä toiseen kitkatta ja virheettömästi.

Digitaaliset mallit

Teollisuus 4.0 vaiheessa yrityksen tietojärjestelmissä olevaa tietoa voidaan esittää monella eri tavalla esimerkiksi taulukoina, animaatioina, prosessimalleina, tehdasmalleina ja laitemalleina. Kun tietojärjestelmän sisällä on tarpeeksi tietoa, niin sitä voidaan käyttää digitaalisen kaksosien muodostamiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että tietojärjestelmässä olevan tiedon perusteella voidaan muodostaa toiminnallisia vastineita todellisen maailman tapahtumaketjuille tai laitteille. Digitaalisia kaksosia voidaan hyödyntää monella tavalla.

Tehtaasta voidaan tehdä kolmiulotteinen digitaalinen geometria ja grafiikkamalli, jonka eri kohteet toimivat tietojärjestelmän tulevien tietojen mukaisesti. Näin päästään havainnollistamaan käyttäjille, mitä tehtaalla tapahtuu tosiajassa tai simulaatiossa. Simulaatiossa digitaalinen kaksonen ei toimi tehtaan tosiaikaisten tietojen pohjalta vaan simulaatiota varten muodostettujen tietojen pohjalta. Nämä simulaatiotiedot voivat myös perustua tosiaikaisten tietojen tallenteisiin.

Valmistusprosessien ja menettelmien suunnittelussa käytetään



KUKA-robotin simulaatiomalli.

paljon laitteiden 3D-malleja. Esimerkiksi roboteista, työstökoneista, manipulaattoreista ja nostureista on olemassa toiminnallisia 3D-malleja (digitaalisia kaksosia).

Hajautuminen

Tiedon hajautuminen on selvä tosiasia nykymaailmassa. Meillä useimmilla on mukana tietojenkäsittelylaite, jossa on pieni tietokone. Se on langattomasti yhteydessä tukiasemiin ja sitä kautta internet-verkkoon. Yleisesti määräävän aseman saavuttanut tiedonsiirtotapa TCP/IP tarjoaa yhtenäisen tavan tietojen siirtämiseen paikasta toiseen. Useimmat automaattiset laitteet, kuten ilmaisimet, kamerat, mikrofonit ja anturit tuoppaavat digitaalista tietoa valtavia määriä ja suurella nopeudella. Ne ovat massatietolähteitä. Näin tietoa tulee käsiteltäväksi hajatusista lähteistä moninaisissa muodoissa.

Hajauttaminen

Nykyinen tiedonsiirtotekniikka mahdollistaa sen, että yrityksen sisällöltään yhtenäisen tietovaraston ei tarvitse sijaita yhdessä paikassa. Tieto voidaan hajauttaa yrityksen eri toimipisteisiin ympäri maapalloa ja kuitenkin se on kaikkien tarvitsijoiden saatavilla alle sekunnin viiveellä. Yrityksen kannattaakin ottaa miettään, miten se voi hyödyntää tätä hajauttamisen mahdollisuutta. Yksi esimerkki on hajautetun valmistuksen yhteiskäyttö. Jos yrityksen tuotteiden osia voidaan tuottaa eri toimipisteissä, on toki järkevää tehdä työnjakoa, jolloin voidaan toimia kokonaisuudessaan tehokkaammin.

Hajautumisen hallinnan on toimittava myös paikallistasolla. Tämä tarkoittaa valmistuksen eri järjestelmien syntyvien ja niissä hallittavien tietojen yhteistoiminnan tehokasta hallintaa. Parhaiten tämä onnistuu

käyttämällä tuottaja – kuluttaja tai palvelun tarjoaja – palvelun käyttäjä mallia. Eri järjestelmien välille on rakennettava kokonaisuutta palvelevia rajapintoja.

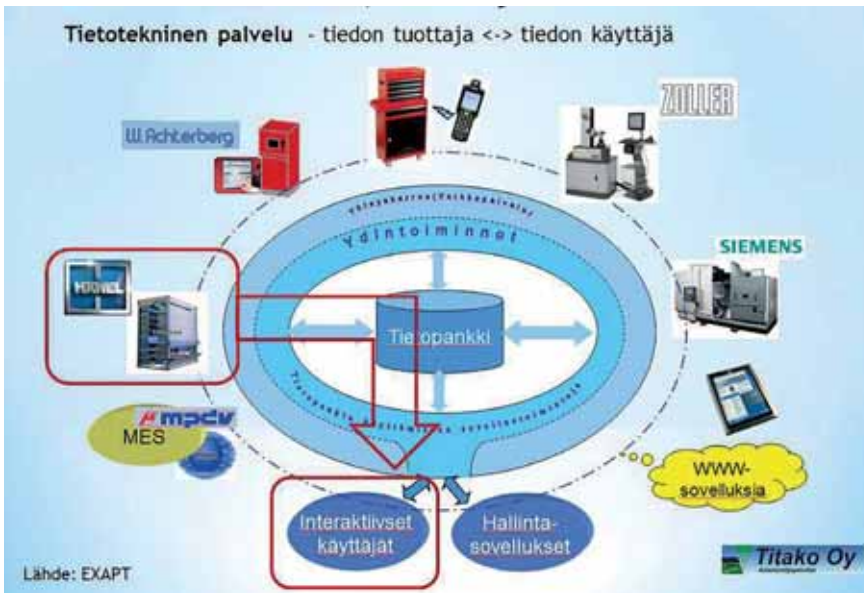
Tosiaikaisuus

Tosiaikaisuus on vanha termi. Se kuvaa hyvin sitä, että tiedon syntymisen ja sen hyödyntämisen välinen aika on erittäin lyhyt. Vaikka nykyinen tiedonsiirto on erittäin nopeaa, niin silti on oltava tarkkana ja huolehdittava siitä, ettei tosiaikaisuus aiheuta isompia ongelmia. Tätä varten on luotava etuoikeus käytäntöjä, lokimerkintöjä ja tiedonsiirtoportteja. Etuoikeuskäytännöstä olkoon esimerkkinä tuotesuunnittelutiedon noutaminen yhteisestä tietopankista. Kun käyttäjä noutaa vaikkapa osakokoonpanon tiedot pankista, niin pankki estää muiden pääsyn kyseiseen tietoon vahingossa. Toki tietoa noutavan käyttäjän on oltava "pankin asiakas" eli hänellä on nosto-oikeus kyseiseen tietoon. Kun käyttäjä tekee "noston", se merkitään kirjanpitoon asianmukaisella tavalla. Samoin tiedon palauttamisessa on oma käytäntönsä. Toinen esimerkki tosiaikaisuudesta on junaliikenteen valvonta ja ohjaus. Tietojärjestelmät valvovat jatkuvasti junien sijaintia ja ilmoittavat junien ohjaukselle jatkuvasti liikennetilanteesta ajettavan junan reitillä. Näin kuljettaja voi tehdä muutoksia ajoonsa tilanteen mukaisesti. Samaan aikaan junien kulun valvonta vahtii, ettei kuljettaja vahingossa riko turvallista ajotapaa vastaan (ei aja liian lujaa vaihteeseen tai päin punaisia valoja).

Samalla tavalla konepajan verssaalla työstökoneet valvovat karanopeutta, tehon kulutusta, lämpötilaa ja öljyn painetta sekä virtausta. Jos valvontarajat ylittyvät työstökoneen liike pysäytetään ja kenties myös työkalun ja työkappaleen pyörittäminen lakkaa. Toki vikatilanne syyttää koneen punaisen valon ja laittaa koneen käyttäjälle vikaviestin kännykkään. Tosiaikaisuus on siis mahdollisuus ja uhka samalla kertaa.

Palveluajattelu

Tietojen synty, käsittely ja poisto on hajautuneena useaan paikkaan, jolloin sen käyttäminen vaatii tiedon siirtämistä. Tässä herää kysymys: kuka



Vaihtokelpoiset osakokonaisuudet

Vaihtokelpoisten osakokonaisuuksien miettiminen alkoi autoteollisuudesta Fordin tehtailta. Oli aika hankalaa, kun linjalta valmistui aina hieman erilaisia auton runkoja ja ovia. Sitten molempia oli kokoonpanohallissa paljon ja kokoonpanijat kulkivat ovi kinalossa autolta toiselle etsien sopivuutta. Toki myös varaosapuolella aina erilaiset varaosat teettivät töitä kyläsepillä, jotka maksusta sovittivat varaosia asiakkaiden autoihin. Nyt monet yritykset ovat lähteneet myös tuotteidensa suunnittelun osalta etsimään ratkaisuja, joissa vaihtokelpoisuus voitaisiin toteuttaa.

Lisäarvoa kehittämällä

Tietojärjestelmät koostuvat ohjelmistoista, jotka on tehty aina tietyn tehtävän hoitoa ajatellen. Samalla tavalla kuin muussa teollisuudessa ne eivät yleensä ole yhteensopivia toisen toimittajan ohjelmistojen kanssa. Konepajan kannalta käyttöölyttymän erilaisuudella ei oikeastaan ole suurta merkitystä, jos ohjelmistojen käyttämä tietomalli on yhtenäinen. Kun tietomalli on yhtenäinen, voidaan eri sovelluksia kehittää toisistaan riippumatta ja vanhoja korjata, muuttaa tai korvata uusilla paremmilla.

Tietomalli ja siihen tehtävät liitospinnat (rajapinnat) suojaavat koko tietojärjestelmää pirstaloitumiselta. Vanhat ja uudet sovellukset toimivat

Tietojen synty, käsittely ja poisto ovat hajautuneena useaan paikkaan, jolloin sen käyttäminen vaatii tiedon siirtämistä. Kuka tai mikä syntynyttä tietoa ja kuka sitä todella tarvitsee?

tai mikä syntynyttä tietoa ja kuka sitä todella tarvitsee? Tähän auttaa palveluajattelu. Meillä on siis tiedon tarjoaja ja sen kuluttaja. Mitä tietoa siirretään ja missä muodossa määräytyy tarpeen mukaan. Esimerkiksi valmistuksen ohjausjärjestelmä tarvitsee ne tiedot, jotka jonkin kappaleen tai osan valmistamiseen tarvitaan: työkalut, aiheet, valmistusprosessin tiedot, osallistuvien työstökoneiden tiedot, valmistustilauksen, työkaluvastotilanteen ja esiasettelutilanteen.

Aika monta tietolähdettä ja -varastoa tarvitaan kaikkien tietojen

saamiseksi ja ne ovat hajallaan eri osajärjestelmissä. Tässä auttaa palveluajattelu, Valmistuksen ohjausjärjestelmässä on "resepti", jonka mukaan se "tilaa" osajärjestelmiltä tarvitsemansa tiedot. Sitten se tarkastaa tietosisällöt. Jos tiedoista selviää, että valmistuksessa tarvittavia resursseja puuttuu, se tekee tarvittavat tilaukset vaikkapa ostojärjestelmälle. Tällöin se on palvelun käyttäjä ja lähettää viestin palvelun tarjoajalle. Myöhemmin varastojärjestelmä saattaa lähettää tiedon, että resurssit ovat saapuneet varastoon.



Digitaaliset kaksoiset – fyysisen maailman kohteiden ja tapahtumaketjujen (prosessit) vastineet digitaalisessa muodossa.



Koneen käyttäjää on kiinnostanut seuraavan työn työstötapauksien tarkastelu jyrskineillä.

kauniisti yhteen. Tämän päälle voidaan rakentaa eri tarpeisiin soveltuvia ja uutta liiketoimintaa tukevia ratkaisuja – vaikkapa koko verssaan toiminnallinen simulointimalli.

Onko se nyt sitten niin vaikeaa kehittää toimintaa digitalisaation maailmassa? Ei ole ja kehittämisen tulokset antavat uusia mahdollisuuksia, joilla voidaan parantaa tuottavuutta ja lisäarvoa omille tuotteille.

Älykkään tehtaan luominen

Käytän tässä viitekehyksenä ruotsalaisen FAG:n tarinaa. FAG tekee voimansiirtoelementtejä. Se on tunnettu laakereistaan. Monia vuosia FAG:n kehittämistä tehtiin parantamalla yksittäisten tuotteiden valmistusmenetelmiä ja toimitus-

ketjua. Tätä tehtiin pitkään, kunnes huomattiin, että tällä tavalla yritys ei enää pystynyt parantamaan toimintaansa huomattavassa määrin – oli tehtävä jotain ihan muuta.

Sitten lähdettiin katselemaan, miten erilaiset tekniikat ja toimintatavat ovat muuttumassa. Tämän tuloksena yrityksessä alettiin tarkastella toimintaa kysymysten avulla:

- Mitä tarjoamme?
- Mitä ratkaisemme?
- Miten sen valmistamme?
- Missä valmistamme?
- Milloin valmistamme?
- Mitä valmistimme? ja
- Mitä toimitimme?

Näiden kysymysten avulla tunnistettiin erilaisia toimintaketjuja

ja niiden tietojärjestelmiä (CRM, PLM, ERP, MES,..). Sitten tarkasteltiin miten nämä järjestelmät tuottavat ja jalostava tietoa sekä palvelevat toisiaan. Tämä harjoitus auttoi ymmärtämään yrityksen sisäistä toimintaa sekä tietojen käsittelyn tarpeita ja kehityskohteita.

Samalla herättiin ”uuteen” ajatukseen – yrityksen toimintaa pitää ohjata vahvemmin TIEDOLLA.

Tiedolla johtamiseen tarvitaan tietoa, jolla on merkitystä kehittymisen kannalta. Erilaiset anturit keräävät raakatietoa, joka pitää jalostaa ja jatkojalostaa, kunnes sillä on merkitystä kehitykselle. Tässä kuvaan astuvat ns. digitaaliset kaksoset – eli fyysisen maailman kohteiden ja tapahtumaketjujen (prosessit) vastineet digitaalisessa muodossa.

Raakatiedon kerääminen tapahtuu hajautetusti. Eri lähteistä kerätään tietoa, joka sitten yhtenäistetään ja yhdistetään. Tietoa voi tulla antureista, sensoreista, lukijoista, ihmisen tuottamana ja vaikkapa markkinoinnin tuki – tai toiminnanohjausjärjestelmästä.

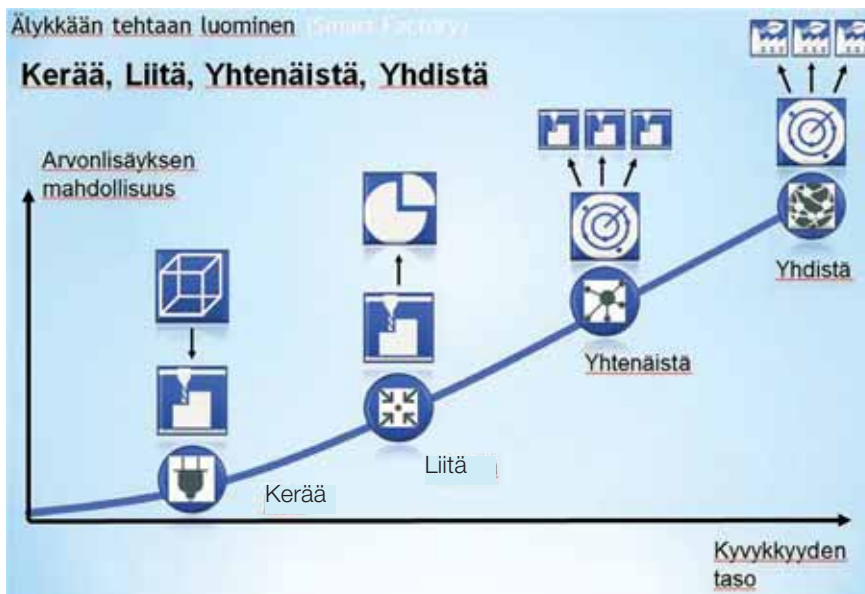
Yhtenäistettyä ja jalostettua tietoa voidaan käyttää eri tarkoituksiin. Se voidaan esittää vaikkapa lisätyn todellisuuden keinoin tuotantovastavalle, kun hän kävelee tuotantotiloissa. Tietoa voidaan automaattisesti tarjota vaikkapa huoltovälien hallintasoventukselle, joka muuttaa huolto-ohjelmaa tilannetietojen perusteella.

Jalostettua tietoa voidaan jäsenellä ja yhdistellä halutulla tavalla. Sen perusteella voidaan esimerkiksi tehdä ”ennustavia” esityksiä siitä, miten toiminta kehittyy seuraavan 6 kuukauden aikana. Jalostettu tieto antaa myös jälkilaskentatietoa vaikkapa työkalujen teräpalojen kulukselta. Jalostettua tietoa voidaan myös käyttää tulevien investointien suunnitteluun käyttämällä simulointia apuna.

Verstaan toimintaa voidaan tarkastella Digitaalisten kaksosten avulla eri tasoilla.

Kerättävän tiedon käytön kehittäminen lisää huomattavasti yrityksen kykyä luoda lisäarvoa. Tiedolla ohjaaminen vaikuttaa monella taholla ja yhteisvaikutus on erittäin huomattava.

SKF:n kehitysjohtaja näkee asian siten, että sellaiset yritykset jotka ottavat tästä kaiken hyödyn irti, ovat uuden ”kultaryhtäyksen” ovella ja tulevaisuudessa kilpailun voittajia. ■



Arvonlisäys saadaan tietojen yhtenäistämällä ja yhdistämällä.



Jukka Salovaara eläkkeelle

Roiman myyntijohtaja Jukka Salovaara jäi hyvin ansaitulle eläkkeelle 1. kesäkuuta 2018. Jukka on tehnyt pitkän päivätyön tuotetiedonhallinnan parissa auttaen valmistavan teollisuuden yrityksiä nimikkeellistämään ja tuotteistamaan omat tuotteensa. Jukan ura alkoi omassa yrityksessä, josta hän siirtyi muutaman vuoden kuluttua vastaperustetun Modulek Oy:n yhdeksi omistajaksi. Modulekissa hän ehti työskennellä lähes kolmen vuosikymmenen ajan niin myyntijohtajana kuin toimitusjohtajanakin.

Kun Modulek yhdistyi Roimaan vuonna 2016, Jukka otti tehtäväkseen Roiman eri tuotealueiden yhteisen myyntiorganisaation kehittämisen. Jukan jäädessä nyt eläkkeelle sai hänen seuraajansa **Tero Huuskola** hyvän perustan, jolta jatkaa.

Jukan alias PDM Preacherin kantaa ottavia kirjoituksia on saatu lukea myös Valokynä-lehden palstoilla. Niin tässäkin lehdessä (ks. sivu 51). Ehkä saamme jatkossakin vielä nauttia Jukan terävästä blogikynästä "Tuotetiedon Ytimessä"!

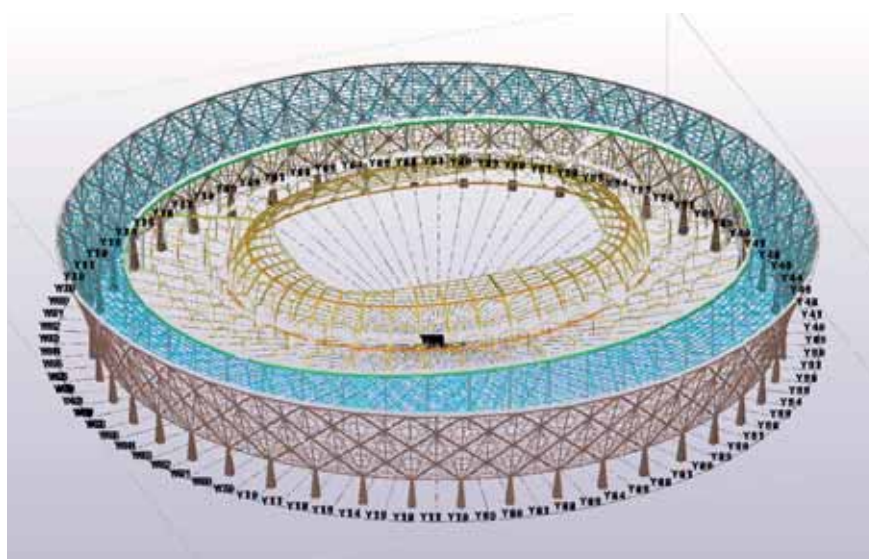
Valokynä-lehti ja CAD/CAM-yhdistys kiittävät Jukkaa hyvästä yhteistyöstä ja toivottavat hyviä eläkepäiviä.

2018 jalkapallon MM-kisastadionit tietomallinnettu

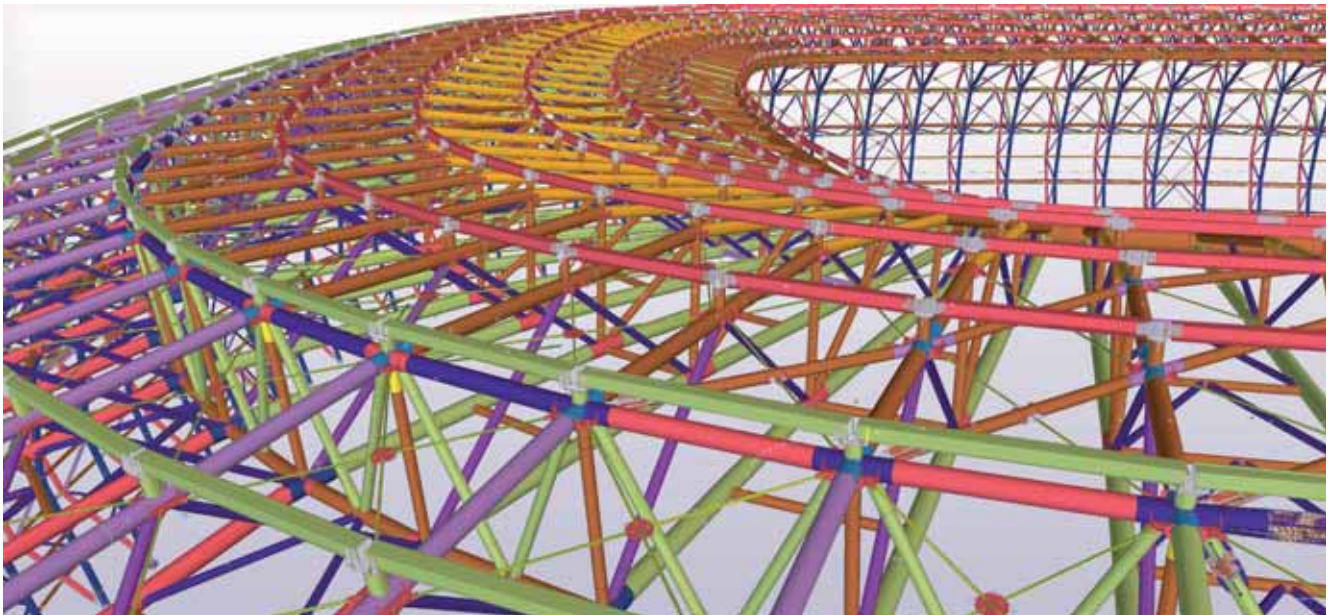
Kahdeksan kahdestatoista jalkapallon Venäjällä järjestettävien MM-kilpailujen kisastadionista on mallinnettu Trimblen Tekla Structures -ohjelmistolla. Stadionit sijaitsevat Moskovassa, Pietarissa, Saranskissa, Volgogradissa, Nizhny Novgorodissa, Samarassa, Sochissa sekä Kazanissa. Jokaisella MM-kilpailuja varten rakennetulla sta-

dionilla on omat, ainutlaatuiset ja näyttävät rakenteelliset yksityiskohtansa.

Moskovan Spartak -stadioniin mahtuu 45 000 katsojaa seuraamaan vuoden 2018 jalkapallon MM-kilpailuja. Rakentamisessa on hyödynnetty erikoisputkia, jotka mahdollistivat rakenteisiin käytettävän metallin käytön vähentämisen 26 prosentilla. Tämän ansiosta rakennuksen katosta tuli merkittävästi kevytrakenteisempi, vaikka



Chimolai-stadion



Mordovia-areena

silti se painaa 8 500 tonnia. Teklan tietomallitiedostojen käyttö yhdessä automatisoidun tuotannon kanssa mahdollisti projektin sujuvan edistymisen esisuunnittelusta aina rakentamiseen asti.

Pietarin Stadioniin, jonka on suunnitellut arkkitehti **Kisho Kurokawa**, mahtuu 67 000 katsojaa, ja siellä järjestetään seitsemän World Cup 2018 -ottelua. Stadionin rakenteellisiin ominaisuuksiin kuuluu mm. ulosvedettävä nurmikenttä sekä 286 metriä leveä avattava katto. Kymmenen vuoden rakennustöiden jälkeen, projektin otti haltuunsa Kurganstalmost. Tekla Structures -ohjelmiston avulla he onnistuivat löytämään mahdolliset mallien yhteentörmäykset ja ristiriitaisuudet, välttämään ylimääräistä työtä rakennustyömaalla, sekä varmistamaan rakennuksen yhtenevyyden FIFA:n vaatimuksien kanssa. Kurganstalmostin mukaan BIM-tekniikan hyödyntäminen oli rakennusprojektissa elintärkeää, erityisesti tiukan aikataulun kannalta.

Ovaalin muotoisella Mordovia-areenalla Saranskissa järjestetään neljä ottelua, joita mahtuu katsomaan 44 000 ihmistä. Stadionin jalusta koostuu 88:sta toisiinsa liitetystä 40 metriä korkeasta konsolistista, joiden jänneväli on 49 metriä. Belenergomash, Mordovia-areenan terästoimittaja, tuotti monimutkaisia, 60-metrisiä metallirakenteita jopa 10 mm tarkkuudella, sekä suuren määrän hitsattuja liitoksia. BIM-tekniikan avulla Belener-

gomashin asiantuntijat onnistuivat tehostamaan työnkulkuaan, sekä varmistamaan tehokkaan kommunikaation eri osapuolien välillä.

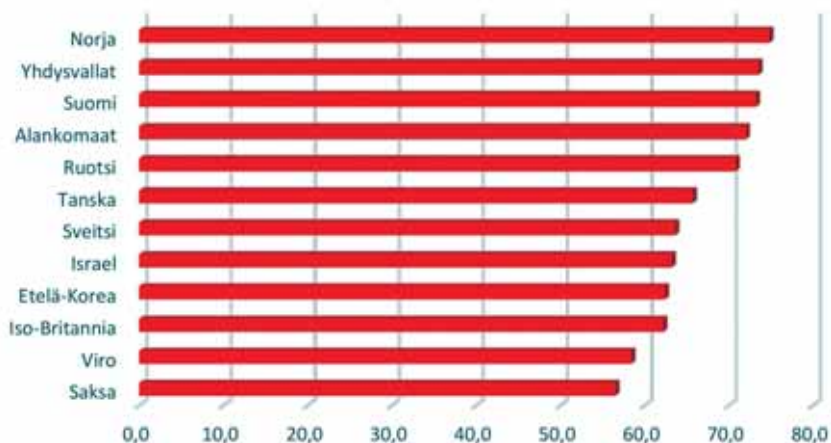
Volgogradin areenassa, johon mahtuu 45 000 katsojaa seuraamaan siellä järjestettävää neljää ottelua, on ainutlaatuinen vaijerien varassa oleva katto sekä avoin, punosmainen julkisivu. Stadionin teknisen monimutkaisuuden takia toimittajien sekä rakentajien oli tärkeää tehdä tiivistä yhteistyötä varmistaa työn tarkkuus sekä tuotannossa että asennuksessa. Tätä hankalaa tehtävää hallitakseen, tarvittiin oikeat teknologiset välineet. Teklan BIM-tekniikka yhdisti kaiken saatavilla olevan rakennetiedon yhteen, informaation täyteen tietomalliin. Dataa voitiin siirtää suoraan

mallista tuotantoon, minkä avulla voitiin parantaa työn joustavuutta ja tarkkuutta, sekä merkittävästi pienentää tuotantoaikoja.

Suomi kolmantena digitalisaatioissa

Suomen digitaalisuuden astetta selvitettiin 22 maata vertailevassa Digibarometrissä nyt viidettä kertaa. Tämän vuoden Digibarometri-tutkimuksessa Suomi putosi viimevuotiselta hopealta pronssille. Yhdysvallat harppasi kuudennelta sijalta toiseksi, Suomen ohii. Norja jatkaa kärjessä. Myös Ruotsi ja Tanska menettivät sijoituksiaan viime vuoden verrattuna ja löytyvät nyt sijoiltaan viisi ja kuusi.

Suomi oli Digibarometrin ykkönen vuonna 2016, sittemmin sijoitus on



Digibarometri: kokonaisindeksi.

tippunut yhdellä vuosittain. Digibarometrissä mitataan digitaalisuuden hyödyntämistä. Mittaus tehdään kolmella tasolla: edellytykset, käyttö ja vaikutukset ja kolmella pääsektorilla: yritykset, kansalaiset ja julkinen.

“Kyse ei ole siitä, että Suomi olisi digitaantumassa. Vertailumaisessa kehitys on kuitenkin ollut jonkin verran rivakampaa”, sanoo Digibarometrin toteuttaneen Etlatiedon toimitusjohtaja **Petri Rouvinen**.

“Digitaalista tulevaisuutta on rakennettava globaaliin vaikuttavuuteen nojautuen. Tietopolitiikan, lainsäädännön ja verkkoratkaisujen on tuettava uusia käyttäjälähtöisiä digitaalisia palveluita. Tavoite ei voi olla muu kuin se, että Suomi on tässä edelläkävijä”, toteaa keynotepuheen Digibarometrin julkistustilaisuudessa pitänyt liikenne- ja viestintäministeri **Anne Berner**.

“Datatalous perustuu datan hyödyntämiseen. Jaettujen käyttöoikeuksien kautta datan hyödyntäminen leviää nopeammin ja laajemmin. Siksi se on tavoiteltavaa. Datatalous on kestävää vain, jos yksilön oikeuksia kunnioitetaan. Hyvillä tietosuojakäytännöillä rakennetaan luottamukseen perustuvaa digitaalista liiketoimintaa. Hyvä tietosuoja on velvollisuuden sijaan mahdollisuus”, Berner jatkaa.

Digibarometrissä mitataan digitaal-

lisuuden yhteiskunnallista hyödyntämistä ja maat laitetaan järjestykseen 36 muuttujan perusteella. Mittaus toteutetaan kolmella tasolla: edellytykset, käyttö ja vaikutukset, joita tarkastellaan kolmella pääsektorilla: yritykset, kansalaiset ja julkinen sektori.

Kaikkina vuosina Suomen Digibarometri-sijoitusta on pönkittänyt tasaisuus eri ulottuvuuksissa. Tämän vuoden Digibarometrissa Suomen edellytykset digitaalisuuden hyödyntämiseen ovat maailman toiseksi parhaat. Käytössä ja erityisesti vaikutuksissa sijoitumme hiekan heikommin. Suomessa on esimerkiksi moniin muihin maihin verrattuna korkea ICT-pääoman taso, mutta sen vaikutus talouskasvuun on vertailumaiden heikoimpia.

Yritykset on aiemmin ollut Suomen johtava digisektori. Nyt suomalaisyritysten asema heikkenee suhteessa kansainvälisiin verrokkeihin. Esimerkiksi norjalaisyrityksiä selvästi yleisemmät ICT-osaajien rekrytointivaikkeudet rajoittavat suomalaisten yritysten menestystä. Julkinen sektori säilyttää hyvän asemansa, kansalaisten kohdalla taas Suomen suhteellinen asema heikkenee yhdellä pykälällä viimevuotiseen verrattuna.

Digibarometri 2018 -julkaisussa on kolme teemaosiota. Näistä ensimmäisessä esitellään elinkeinoministeri **Mika Lintilän** käynnistämän

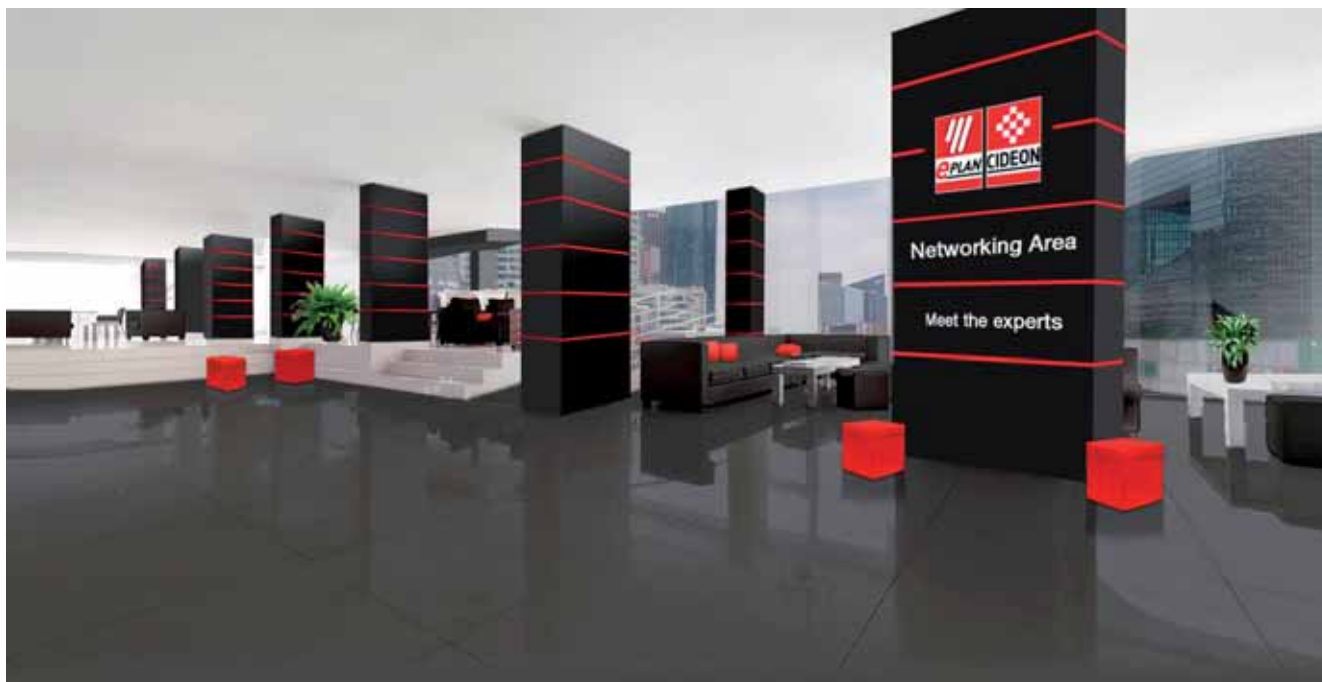
tekoälyohjelman alle perustetun tekoälykiihdyttämön työkalu, jolla yritykset voivat kartoittaa tekoälyvalmiuksiaan ja hahmottaa suuntaa valmiuksiensa kehittämiseen. Toisessa teemaosiossa Googlen ja Vainu.io:n tutkijat esittelevät viitekehyksen myynnin ja markkinoinnin digitransformaation hahmottamiselle ja mittaavat tähän liittyviä valmiuksia Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. Kolmannessa teemaosiossa Aalto-yliopiston ja Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen Etlan tutkijat kartoittavat nykyistä parempia tapoja organisoida tiedon jakamisen markkinoita, mikä onnistuessaan vähentäisi nykyisten digijättien valtaa ja lisäisi taloudellista hyvinvointia Suomessa. Rouvinen muistuttaa, että Suomi on ollut mitalisijoilla koko Digibarometrin historian ajan.

Suomen keskeinen haaste on se, että digitaalisuuden edellyttämiä syvällisiä toimintatapamuutoksia tehdään edelleen laiskasti – uudet ratkaisut tuodaan organisaatioihin ilman uuden teknologiaan edellyttämiä muutoksia eikä liiketoimintamalleja mietitä uudestaan digin tuomien mahdollisuuksien näkökulmasta. Tällöin osa hyödystä jää saavuttamatta. Suomi toki hyötyy digistä, mutta ei saa siitä mitään erityistä kilpailuetua suhteessa lähimpiin verrokkeihin.

Suomen digitaalista asentoa



Virtuaalimessujen auditorio.



Virtuaalimessujen verkostoitumisalue.

kuvaava ja ennustava Suomen Digibarometri julkaistiin nyt viidettä kertaa. Sen toteutti Etlatieto Oy. Digibarometrin ovat tilanneet Business Finland, liikenne- ja viestintäministeriö, Teknologiateollisuus ry ja Verkkoteollisuus ry.

Lisätietoja: www.digibarometri.fi

Eplanin ja Cideonin virtuaalimessut

Eplan yhdessä yhteistyökumppaninsa Cideonin kanssa isännöi kolmatta virtuaalimessuaan toukokuussa, jossa käsiteltiin tulevaisuuden suunnittelutrendejä. Uutta vuoden 2018 messuilla oli: virtuaalimessuilla oli esittelypiste

tämän vuoden Hannoverin messujen digitaalisista esittelypisteistä. Kaikki halukkaat ympäri maailmaa voivat osallistua virtuaalikierrokselle. Kahden viime vuoden messujen hyväksi osoittautuneet elementit olivat mukana: informatiiviset esittelyt, uusimpien ohjelmistoversioiden live demoesitykset, sekä mahdollisuus



Kainuun sairaalan havainnekuva.

keskustella asiantuntijoiden kanssa ympäri maailmaa ja verkostoitua toisten käyttäjien kanssa.

”Digitaalisen suunnittelun verkottuminen” oli Eplanin teemana tämän vuoden Hannoverin messuilla -messuilla huhtikuussa, ja sama toimii myös virtuaalimesujen teemana. Eplan ja Cideon tarjosivat osallistujille digitaalisen alustan, jossa voi saada lisätietoja suunnittelun uusimmista kehitysvaiheista ja tutustua tuleviin yhteisprojekteihin. Eplan ja Cideon ovat ajan hermolla teollisuuden nykyisistä trendeistä ja loivat nyt ensimmäisen kerran digitaalisen kaksoiskappaleen yhteisestä esittelypisteestään Hannoverin messuilla. Tämä integroitiin virtuaalitapahtumaan. Asiakkailla oli myös mahdollisuus kuulla mielenkiintoisia *live*-esityksiä tehokkaasta suunnittelusta ja tutustua ohjelmisto-esittelyissä uusiin toimintoihin sekä saada hyödyllisiä vinkkejä jutellessaan asiantuntijoiden ja muiden käyttäjien kanssa.

Tarjotakseen osallistujille lukuisia aiheita sisältävän rakenteen Eplanin ja Cideonin varsinainen 420 neliömetrin esittelypiste Hannoverin messuilta kuvattiin ja käsiteltiin digitaalisesti. Ne, jotka eivät pystyneet osallistumaan Hannoveriin henkilökohtaisesti pystyivät näin tutustumaan esittelypisteeseen 360-asteiseen simulaatioon omalta tietokoneeltaan, tablettiltaan tai älypuhelimeltaan. Tämän vuoden messuilla *Live*-esittelyjen ja luentosalien aiheet keskittyvät Eplanin Platformin tulevaan versioon 2.8, missä voidaan käyttää uutta palvelua ja mahdollistetaan siirtyminen pilveen. Eplanin Platformin yksittäisten osien innovaatioita ja pilviperustaisten sovellusten etuja esiteltiin yksityiskohtaisesti. Osallistujat nakivat myös mielenkiintoisia tuote-esittelyjä käytännön esimerkein, esimerkiksi tulevaisuuden suunnitteluratkaisuista kuten Eplan Cogineer, Syngineer ja Eplan Data Portal.

RD Velho Design Award 2018 -kilpailu

RD Velhon järjestämässä muotoilukilpailussa suunnitellaan konsepti, jolla ratkaistaan avomerien valtava muovijäteongelma ja se, kuinka muovijätettä hyödynnetään käsit-



Luminary-projekti on erityisen tarkasti tietomallinnettu asuinrakennushanke.

telyn jälkeen ekologisella tavalla.

Meriin kertyvä muovijäte on valtava ympäristöongelma, joka vaatii pikaisia toimia. RD Velho ja Wärtsilä haluavat suunnittelukilpailun avulla kehittää kestävä yhteiskuntaa älykkäällä teknologialla ja hakea ratkaisuja, joilla valtameriä voidaan puhdistaa. Lisäksi kilpailun on tarkoitus tarjota näkyvyyttä, ja se toimii ponnahduslautana nuorille muotoilijoille, opiskelijoille tai suunnittelijoille.

”Odotamme esityksiä, joissa muovijätteen keräysprosessi on selkeästi esitetty, ja kerrottu, miten jätettä hyödynnetään ekologisella tavalla käsittelyn jälkeen. Kiinnitämme huomiota innovatiivisen konseptin lisäksi siihen, miten hyvin ehdotus tukee Wärtsilän arvoja”, kertoo muotoilukilpailun kilpailuasiamies **Hannu Havusto** RD Velhosta.

RD Velho Design Award 2018 -muotoilukilpailu on tarkoitettu muotoilijoille, alan opiskelijoille tai suunnittelijoille. Kilpailukieli on tänä vuonna englanti. Kilpailu-aika on 5.5.–3.9.2018. Pääpalkinto on 5000 €. Kilpailun voittaja

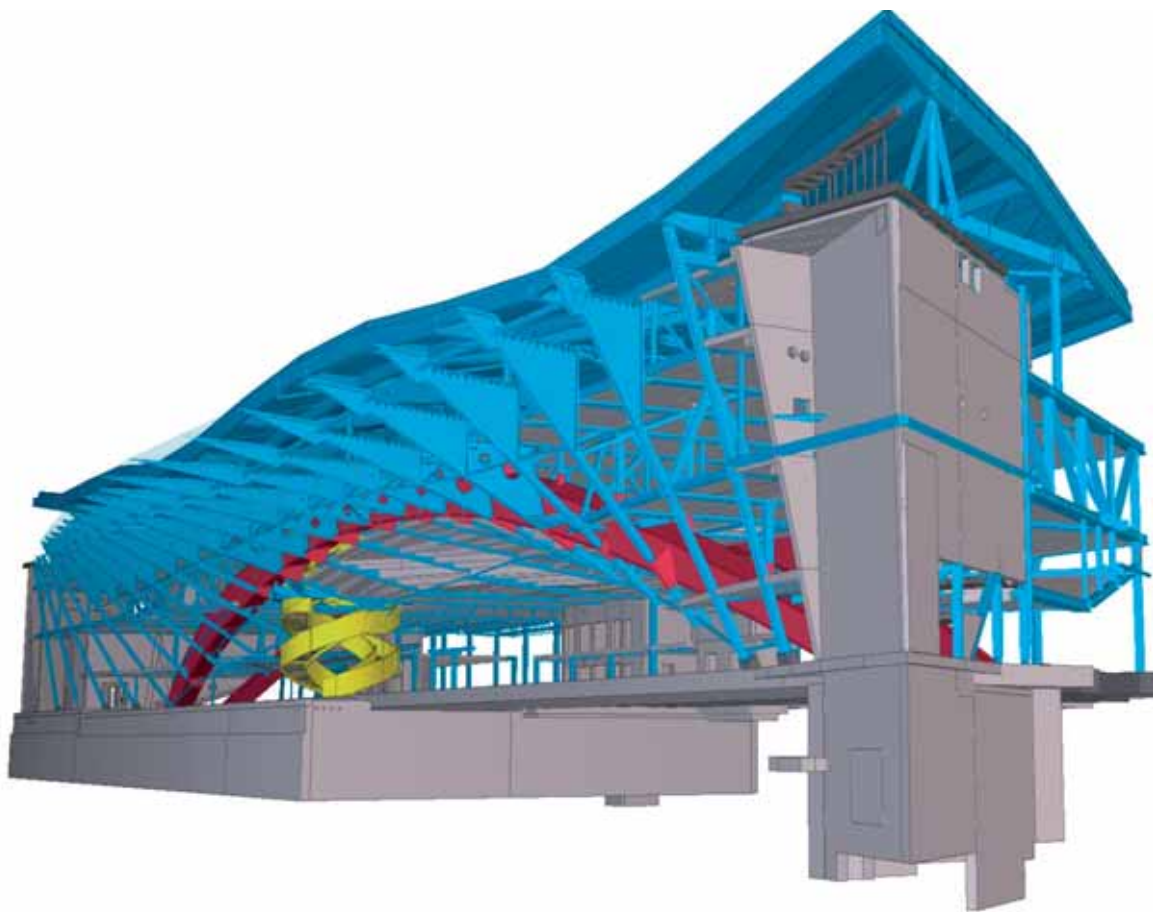
julkistetaan Alihnakintamessuilla 25.9.2018.

Palkintolautakunnan jäsenet ovat **Daive Lamparelli** (Wärtsilä Corporation), **Johanna Fräki** (Wärtsilä Corporation), **Mika Kiljala** (RD Velho Oy) ja **Ville Nenonen** (RD Velho Oy). Hannu Havusto (RD Velho Oy) toimii kilpailuasiamiehenä ilman äänioikeutta.

Lisätietoja: www.rdelho.com

Kainuun sairaala Tekla BIM Awards 2018 –kilpailun voittaja

Voittajaprojektissa tietomallinusta on hyödynnetty projektin alusta lähtien. Erityistä projektissa on ollut tietomallipohjainen käyttäjien osallistaminen suunnittelutyössä, sekä mallin hyödyntäminen toteutuksen eri vaiheissa. Myös puu- ja betonielementtien valmistus ja tuotannon ohjaus on toteutettu tietomallien avulla. Projektin innovatiivisuudesta kertoo puolestaan lisätyn todellisuuden hyödyntäminen eri vaiheissa. ”Kainuun Uusi Sairaala -projekti antoi parhaan kuvan



Helsingin keskustakirjasto on geometrisesti ja rakennusteknisesti haastava kohde.

tehokkaasta BIM-yhteistyöstä”. totesi tuomariston puheenjohtaja **Olli Seppänen** projektista.

Projektin kilpailuun ilmoitti Kainua-allianssi, johon kuuluu projektin tilaaja Kainuun sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä, pääurakoitsija Skanska, rakennesuunnittelusta vastannut Sweco Rakennetekniikka Oy, arkkitehtitoimisto Sweco Architects Oy, talotekniikkasuunnittelusta vastannut Sweco Talotekniikka Oy, käyttäjälähtöisestä suunnittelusta sekä logistiikan asiantuntemuksesta vastannut Sweco PM Oy sekä talotekniikkaurakoitsija Caverion Suomi Oy.

Tekla BIM Awards -kilpailu järjestettiin tänä vuonna kymmenennen kerran. Kilpailun tuomaristoon kuuluivat **Tapio Kivistö** Rakennuslehdessä, **Miimu Airaksinen** RIL:stä, **Olli Seppänen** Aalto Yliopistosta, **Tomi Henttinen** Building Smartista sekä **Kai Lehtinen** Trimblestä.

Pääpalkinnon lisäksi tuomaristo jakoi yhteensä neljä kunniamainintaa. Luminary-projekti on erityisen tarkasti tietomallinnettu asuinrakennushanke. Mallinnuk-

sessä on huomioitu mm. putoamissuojaukset, joka edesauttaa rakennustyömaan työturvallisuutta. Elementtien mallinnustarkkuus on viety poikkeuksellisen pitkälle, ja työmaan vaatimukset on otettu mallissa erinomaisesti huomioon. Tuomaristo kommentoi Luminary-projektia: ”Olisi hienoa, jos kaikki talonrakennushankkeet olisivat tällä tasolla.”

Helsingin keskustakirjasto on puolestaan geometrisesti ja rakennusteknisesti haastava kohde, jossa eri suunnittelualat hyödynsivät tietomallinnusta kattavasti. Tarkemittauksen pohjalta on mallinnettu myös rakentamisen aikaisia muutoksia, joita on voitu hyödyntää julkisivuelementtien mallinnuksessa ja valmistuksessa. Tuomaristo perusteli kunniamainintaa, että Helsingin keskustakirjasto -projekti ”todistaa, että mahdoton on mahdollista”.

Toimistorakennus Vilnassa -projektissa tietomallien tarkkuustasot olivat systemaattisessa hallinnassa koko projektin ajan. Projekti on toteutettu tehokkaasti ja omaperusteisesti. Kaikki projektiin liittyvät

suunnittelualat toimivat tietomallipohjaisesti. Projekti sai kunniamaininnan erityisesti siksi, että tuomariston mukaan projektissa on hyödynnetty rakennustietomallia ja poikkeuksellisen tehokkaasti.

Länsisalmen Maisemaportaali -projektille annettiin kunniamaininta, sillä tietomallilla on projektissa tärkeä rooli monimutkaisen toimitusketjun hallinnassa sekä rakennneosien valmistuksessa. Myös Länsisalmen Maisemaportaalin mallinnuksessa on hyödynnetty tarkemittaukseen perustuvaa muutossuunnittelua. Tuomaristo kuvaili projektin olevan ”tarina, jossa tietomallinnuksen avulla ja tuotanto haasteena, on toteutettu näyttävä maisemaportaali”. ■



Quality Control

Laadunvalvonta Teollisuus 4.0 pyörteissä

Teollisuuden toimintakentässä on jo tapahtunut ja tulee tapahtumaan vielä suurempia muutoksia, digitalisaation edetessä. Wärtsilän tuotteet, ratkaisut ja huoltopalvelut ovat voimakkaasti mukana tässä muutoksessa. Digitalisaation kautta haetaan uusia mahdollisuuksia ja tapoja palvella asiakkaita laajemmin ja perusteellisemmin, myös teollisuuspalveluiden lisäksi. Monet energiantuotto- ja siirtoratkaisumme eivät ole enää pelkästään komponentteja ja laitteita. Yhä enenevässä määrin asiakkaamme ostavat kokonaisvaltaisia ratkaisuja, yksittäisten tuotteiden lisäksi. Näiden sisältö voi pitää sisällään ennustettavuutta, pidennettyä luotettavuutta tai eri tietolähteiden tietojen yhdistämistä ennustettavuuden ja luotettavuuden kehittämiseksi.

trol

Teollisuus 4.0 ja mekaanisten tuotteiden laatu

Kohtaan työssäni jatkuvasti haasteita, joissa aiemmin hyviksi todetut laadunvalvontamenetelmät vaativat tehostamista tai jopa uudelleen suunnittelua. Rautaa ja terästä on vaikea muuttaa biteiksi tai koodiksi. Mekaanisessa laadunvalvonnassa haasteet keskittyvät enemmänkin yksittäisten tulosten tai valvontaketjujen seurannan tehokkaampaan käyttöön. Uusiutuvat mekaanisten komponenttien suunnitteluperusteet pystyvät hyödyntämään kehittyneempiä laskentamenetelmiä ja materiaalin tarkempaa rasiitettavuutta. Esimerkiksi mäntämootoreissa

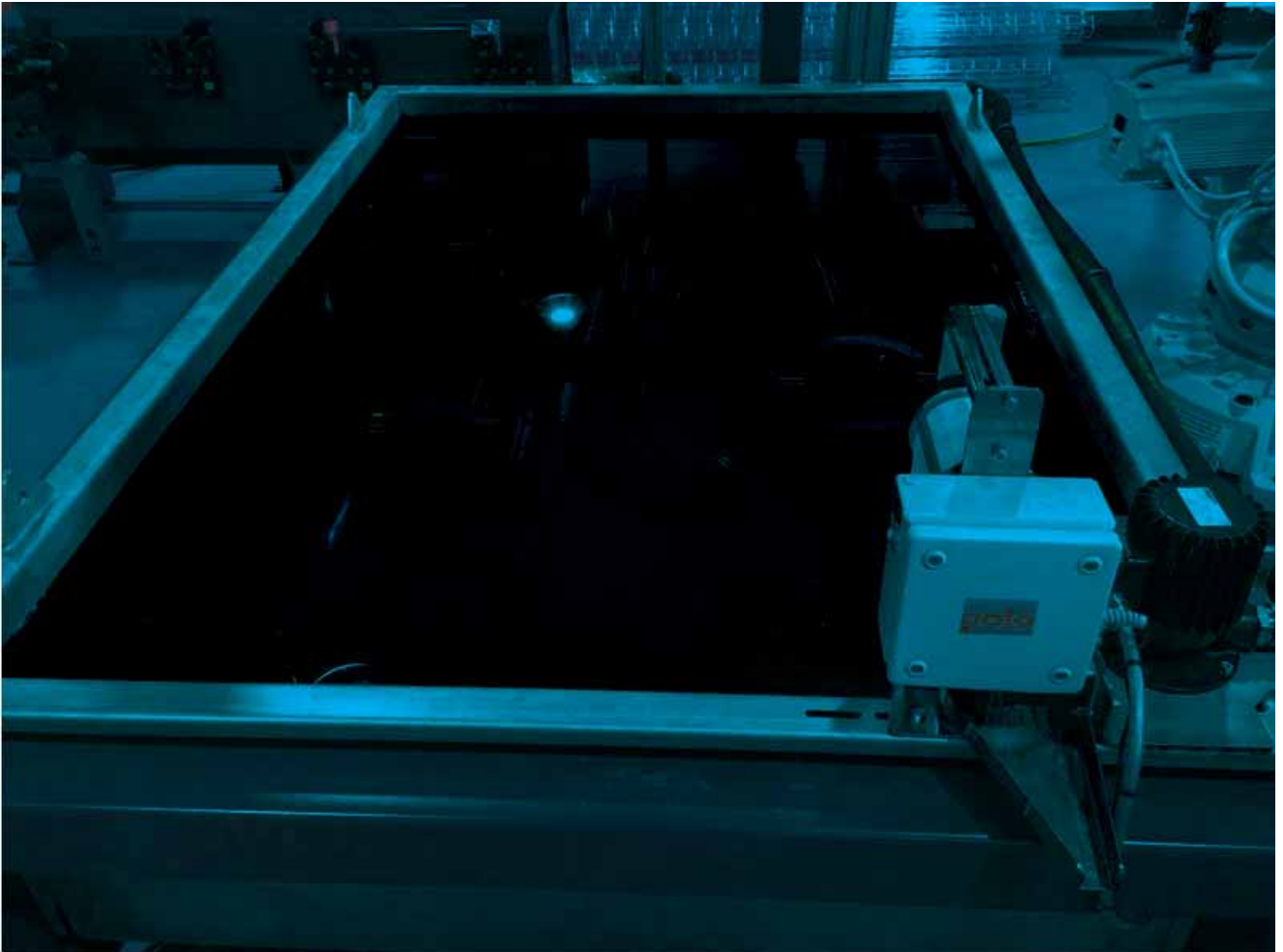
pyörivät massat ovat rasiitusten lähde. Mitä pienemmiksi massat voidaan laskea, sitä tehokkaammin polttoaineen energia voidaan muuntaa sähköenergiaksi. Massojen pienentäminen tarkoittaa sitä, että suunnittelussa huomioidaan yhä tarkemmin materiaalin rasiitusten sietokyky. Tämä taas tarkoittaa, että materiaalin odotetaan olevan tasalaatuisempaa, jotta suuremmat rasiitukset voidaan sallia laitteen tai komponentin eliniän ajan. Kehittyneet tilastolliset laskentamenetelmät puristavat materiaalin valmistuksen toleransseja, siis itse materiaalin, ei tuotteen, yhä kapeammiksi. Näin ollen materiaalin valmistusprosessin vaihtelun on pysyttävä suunnittelun esittämissä rajoissa.

Metallia kehitettäessä on valmistajan kyettävä yhä tarkempaan prosessikontrolliin, tehokkaampiin mittausten menetelmiin ja luotettavampiin mittaustuloksiin. Tiivistyneet toleranssit materiaalin tasalaatuisuuden suhteen sallivat yhä vähemmän ja vähemmän vaihtelua esimerkiksi lujuuden ja puhtauden suhteen. Keinoälyn ja automatisoidun analytiikan avut olisivat merkittävät, eri tuotantoyksiköiden tuotteiden tasalaatuisuuden varmistamisessa ja valvonnassa. Tilastoanalyysit ja automatisoitu analytiikka vaativat molemmat luotettavaa dataa. Ilman luotettavaa dataa voi johtopäätökset ja korjaavat toimenpiteet pahimmassa tapauksessa johtaa ylilyön-teihin ja tätä kautta virheellisiin korjaviin toimiin, jotka eivät ratkaise tuotannon vaihteluhaastetta. Nykyisellään monet tarkastus- ja mittausten menetelmät tarjoavat dataa, jolla voitaisiin ennustettavuutta ja ennakoitua parantaa. Suurimpia haasteita on kuitenkin tiedon saattaminen sellaiseen muotoon, että sen tilastollinen automatisoitu analysointi tuottaisi luotettavia johtopäätöksiä. IIOT (*Industrial Internet Of Things*) implementointi esimerkiksi mittaustaitteiden osalta toisi hyvinkin nopeasti tiedon helpommin käsiteltävään muotoon, joka olisi mahdollista jakaa edelleen asiakkaalle ja analysoida automatisoidusti. Tämä mahdollistaisi tilastollisen valvonnan ja nopean reagoinnin. Asiakkaan kannalta yhtenäistetty tuotantodata tarkoittaisi reaaliaikaisempaa monitorointia ja tulosten validointia.

Teollisuus 4.0 ja IIOT yhdessä luovat ympäristön, jossa valmistaja pystyy seuraamaan tuotantoaan reaaliajassa ja asiakas pystyy validoimaan tuloksia lähes reaaliajassa. Esimerkiksi raudan seostuksen ja epäpuhtauksien suhteen IIOT tekee mahdolliseksi analyysin tulosten vertaamiseen tilastolliseen normaali-hajontaan. Kun tämä toimi automatisoidaan, pystytään seuraamaan mittaustulosten luotettavuutta ja ennakoimaan tulevan tuotteen materiaalin laatua. Automatisoitu analytiikka estäisi tehokkaasti virheellisen materiaalin etenemisen tuotannossa, jolloin turha jatkojalostus jäisi minimiin, kun virheellinen materiaali voidaan tunnistaa analytiikan ja tilastollisen normaali-hajonnan avulla merkittävästi poikkeavaksi ja poistamaan tuotantoketjusta. Toki tämäkin automatisoitu toimi voi tuottaa virheellisen johtopäätöksen, mutta opetettavan tekoälyn avulla pystyttäisiin virheellisesti vialliseksi tuomittu analyysi opettamaan analytiikkaohjelmalle, jotta sama analytiikkavirhe ei toistuisi.

Hintakilpailun ylläpitäminen perustuotannossa on valitettavasti johtanut usein tilanteeseen, jossa investoinnin ja tuotannon ohjeituksen kehittäminen on hidastunut. Usein toimittajalla saattaa olla edessään tilanne, jossa tuotanto on pakko muokata etsimällä laadullisesti minimitaso. Tämä tuottaa väkisininkin tilanteita, jossa laatu putoaa alle vaaditun minimitason. Nykypäivänä onkin hyvin haasteellista kehittää riittävän tehokkaita ja edullisia mitta- ja tarkastusmenetelmiä, joilla asiakas pystyisi jatkuvasti valvomaan toimitettujen tuotteiden tasalaatuisuutta, johon toimittajalla ei ole resursseja tai mahdollisuuksia. Tässä yhteydessä on myös huomioitava, että hyvinkin tasalaatuisia tuotteita toimittavalle toimittajalle voi tulla tuotantohäiriöitä, joiden seurauksia voi olla vaikea tunnistaa valmistajan omilla menetelmillä. Nämä kaksi muuttujaa, laadullisen minimin hakeminen ja tilastolliset satunnaiset poikkeamat voivat aiheuttaa loppuasiakkaalle riskienhallinnan kannalta hyväksymättömiä tilanteita.

Tilastolliset poikkeamat ja satunnaiset materiaalin laadun vaihtelut ovat erittäin hankalia identifioida, tunnistaa ja havaita. Teollisuus 4.0 ja IIOT luovat kuitenkin vahvaa



Ensimmäinen testilaitteistoversio. Tarkastuskohteet näkyvät altaan pohjalla.

pohjaa myös näiden tapausten tunnistamiseen sekä optimaaliseen raja-arvoisen laadun varmistamiseen suurella kattavuudella. Op-pivien järjestelmien ja automatisoidun analytiikan avulla pystyttäisiin pääsemään käsiksi indikaatioihin, jotka voivat olla viitteitä raja-arvon alapuolisen laadun ilmenemisestä. Tarkastuksilla, testauksilla ja kontrollilla ei voida nykypäivänä valvoa kaikkia tuotteita ja koko tuotantoa. Mittava valvonta ja kontrolli lisää kustannuksia ja heikentää tuotannon joustavuutta. LEAN-ajattelun kehittyessä edelleen tulee toteutettavien kontrollitoimien olla tehokkaampia ja käytännöllisempiä. Tarkastusten ja valvontojen lisääminen ei tue prosessioptimoinnin tai LEAN-ajattelun päämääriä. Tulevaisuudessa Teollisuus 4.0 -ympäristössä valvontoja tehdään automatisoidusti ja tarkastuksia vain hyvin valikoidusti, mutta kuitenkin niin, että niistä saadaan maksimaalinen tulos tuotelaadun kannalta. Tämän valikoinnin koh-

distamiseksi tuotannon parametrien automatisoitu analytiikka ja tilaajalle toimitettu analyysitulos olisivat merkittävä askel. Automatisoitu analytiikka vaatisi todennäköisesti tuotantolaitosten mittalaitteiden kytkemistä toisiinsa ja mittaustulosten jatkuvaa tallennusta *Big Data* -periaatteella. Tällöin toimittaja voisi itse reagoida nopeasti ja identifioida mahdolliset poikkeamat helposti automatisoidulla analyysillä. Analyysin tulokset voitaisiin toimittaa taasen indikaattorina tilaajalle ja tilaajan valvonta-/monitorointitoimien tarpeellisuuden ja kohdistamisen arvioinnissa.

Wärtsilän toiminnallinen erinomaisuus

Wärtsilä on havainnut yhdessä tällaisessa tuotantoketjussa tarkastusrajoitteen muodostaman riskin materiaalin laadunvalvonnassa. Tarkastustekniset ja tuotteen geometriset rajoitteet, yhdessä inhimillisten riskitekijöiden kanssa

muodostivat konkreettisen riskin, jonka hallitsemiseksi Wärtsilä päätti toteuttaa merkittäviä parannustoimia. Kyseisen komponentin laadunvalvonnan tehostamiseksi materiaalin tarkastus päätettiin sisällyttää Wärtsilän oman tehtaan tuotantoon. Näin pystyttiin saavuttamaan tarkempi, tehokkaampi ja luotettavampi materiaalikontrolli, ultraäänitarkastuksella. Wärtsilän toiminnan jatkuvan parantamisen kulttuuri, *Operational Excellence*, oli käsin kosketeltavissa, ensimmäisissä sisäisissä kokouksissa. Neuvotteluissa ei käyty keskustelua pitäisikö tai tarvitseeko implementoida. Enemmänkin keskusteltiin siitä, miten implementoinnista saadaan paras mahdollinen hyöty nyt sekä lähitulevaisuudessa. Idean keksijällä tällainen vastaanotto oli hyvin tunteikas kokemus. Omistajien usko, johdon tuki ja kollegoiden vastaanottavuus uutta ideaa kohtaan lämmittää mieltä edelleen. Jatkuvan parantamisen kulttuuri heijastuu Wärtsilässä

läpi koko organisaation. Jatkuva pyrkimys parempaan tuotti myös melkoisen haasteen valittavalle laitetoimittajalle. Tuotannon kehittäminen ei pysähdy yhden idean jälkeen, vaan sen jälkeen tulee kaksi uutta ideaa, joilla tuotantoa pystytään edelleen parantamaan.

Ultraäänitarkastuksen sisällyttäminen Wärtsilän tuotantoyksikön tuotantovirtaan ei ollut helposti toteutettavissa. Pelkkä periaatepäättös materiaalin laadunvalvonnan ottamisesta omiin käsiin oli merkittävä muutos tuotannossa. Kun tarkastusta suunniteltiin implementoitavaksi tuotantoon, se oli tehtävä täysin tuotannon ehdoilla. Tämä tarkoitti sitä, että laitteen koko, muoto, toiminta ja tahti aika oli istutettava tuotannon määrittelyihin ehtoihin. Kuten arvata saattaa nämä tuotannon ehdot olivat todella tiukat. Ainoa vaatimus, joka ei asettanut merkittäviä haasteita oli laitteiston korkeus. Kaikki muut reunaehdot olivat erittäin rajoitteellisia. Projektin suurimmaksi haasteeksi muodostui kuitenkin täysin automatisoidun ratkaisun löytäminen. Täysautomatisointi tarkoitti sitä, että laitteen käytössä ei saisi olla vaihetta, jossa ihmisen läsnäolo olisi tarpeellinen.

Laitteiston määrittely

Laitteistokokonaisuuden alustava suunnittelu toteutettiin Wärtsilässä sisäisesti. Suunnitteluun osallistui iso joukko eri osaamisalojen asiantuntijoita. Se, että laitteisto tarkastaa itsenäisesti jotain ei riitä enää nykypäivän tehtaassa. Lisäksi tehtaan kehitysosasto halusi jo mukaan integraatiomahdollisuuden uuteen tuotannonhallintajärjestelmään. Eli jo projektin alkumetreillä oli selvää, että pyrimme rakentamaan laitteen, joka jakaa tietoa myös muiden tehtaan järjestelmien ja mahdollisesti muiden laitteiden kesken. Kun ensimmäistä teknistä vaatimusta laadittiin, muodostui aika selkeäksi kuva siitä, että laitteisto on ensimmäinen laatuaan niin ultraäänitarkastuksen alalla kuin myös tehtaan laadunvalvonnan piirissä. Teknisten vaatimusten sisältö rajasi potentiaalisia toimittajia jo hyvin merkittävästi. Lisäksi tehtaan kehitysosaston vaatimuksesta etsittiin oppivaa järjestelmää. Ultraäänitekniset rajoitteet

ja kappaleiden monimuotoisuuden arvioitiin olevan sellainen, että yksi yksittäinen malli ei voisi toimia referenssinä, vaan tarvittaisiin useiden referenssikappaleiden kirjasto. Lopullisessa tarjouspyynnössä oli siis mukana vaatimus liittymästä tehtaan tuotannonohjausjärjestelmään, täysin automatisoitu toiminta tahtiajan puitteissa sekä koulutettava tai oppiva järjestelmä. Jo suunnitteluvaiheessa otettiin huomioon tarkastettavien kohteiden tulevaisuuden mahdolliset tuotevariaatiot. Eli laitteen tuli olla kokoluokan ja painoluokan sisällä tarvittaessa modifioitavissa.

Laitteiston kokoonpanon hahmotelussa valittiin luotausliikkeen toteuttajaksi robotti cartesian-tyyppisen liikuttelulaitteiston sijaan. Robotin liikuttelumahdollisuudet antoivat enemmän mahdollisuuksia luotauksen variointiin ja kehittyvien tuotteiden tarkastusten ennakoitiin. Tuotannon antama tila automaattisolulle periaatteessa antoi kappaleen käsittelyn ainoaksi vaihtoehdoksi robotin, koska tarkastusprosessin muut vaiheet, kuten kappaleen tunnistus, pesu ja merkintä, piti saada mahtumaan samaan tilaan. Wärtsilän oma sisäinen osaaminen ultraäänitarkastuksesta oli suuri etu tarkastuksen toteutuksen ja tuloksen luokittelun vaatimusten suunnittelussa.

Toimittajan valinnan haasteet

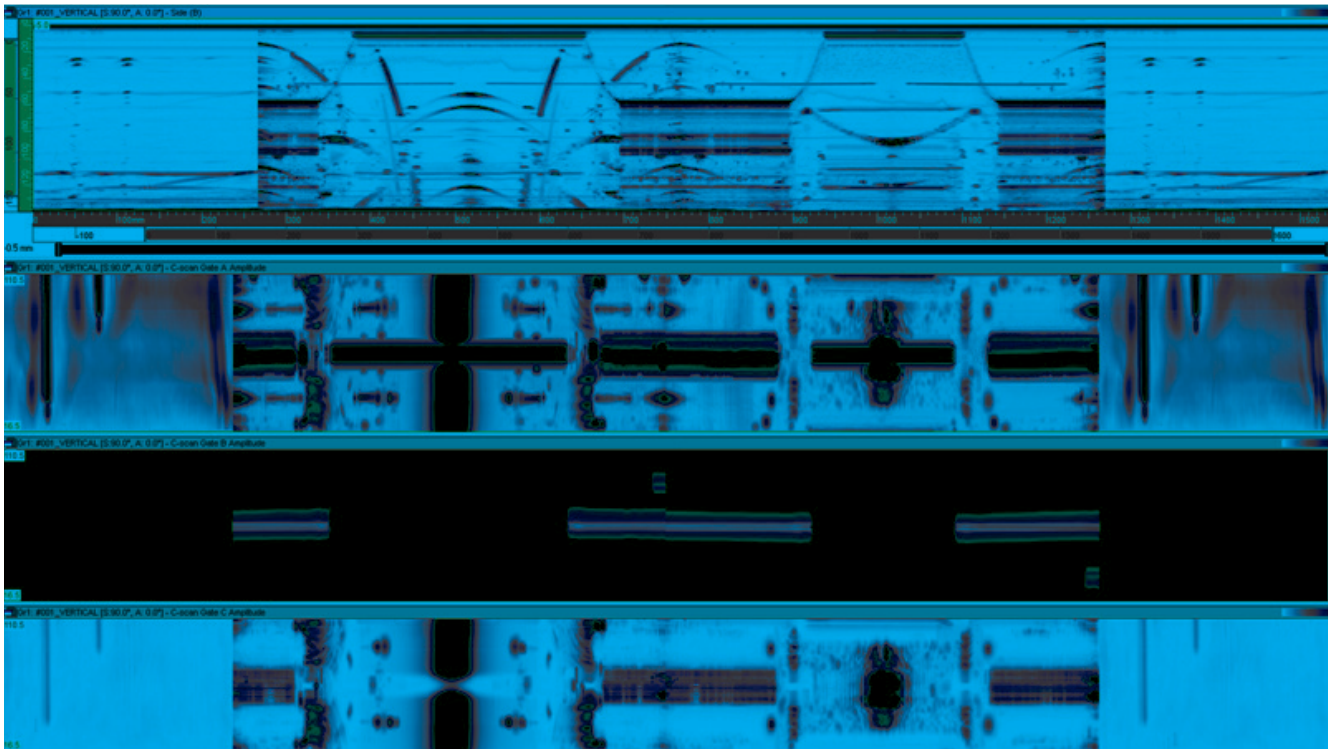
Varsinaisen tarjouspyynnön haastavin osa oli tarkastuksen toteutuksen määrittäminen ja tarkastustuloksen luokittelun vaatimusten määrittely. Kun varsinainen tarjouspyyntö saatiin valmiiksi, oli iso osa tarkastustuloksen luokittelusta jätetty toimittajan suunniteltavaksi ja toteutettavaksi. Tämä automaattisen luokittelun toteuttaminen, vaaditun tahtiajan puitteissa osoittautui todella vaikeasti toteutettavaksi. Muut tarkastussolun toimintojen haasteet saatiin hyvin pitkälle ratkaistua jo tarjouspyynnön laadintavaiheessa. Tosin joidenkin laitteistojen integraatioon liittyvien osien määrittely jätettiin projektin toteutusvaiheeseen.

Ensimmäisen tarjouskierroksen jälkeen potentiaalisten toimittajien lista supistui kahteen. Jatkoneuvotteluissa laitteiston toteuttamisen kynnyskysymykseksi muodostui tarkastustuloksen auto-

maattinen luokittelu ja luokittelun toteuttaminen vaaditun tahtiajan puitteissa. Kun automaattiluokittelun teknisistä yksityiskohdista neuvoteltiin näiden kahden toimittajan kesken, niiden toteuttamiseksi ei löydetty luotettavaa ja toteutettavaa vaihtoehtoa. Eli noin vuoden tarjoustyöskentelyn jälkeen olimme takaisin lähtöpis-teessä. Meillä ei ollut kykenevää toimittajaa toimittamaan laitteisto-avaimet käteen -periaatteella.

Tämän tuloksena järjestimme vielä yhden sisäisen suunnittelu-työpajan, jossa näitä luokitteluun liittyviä haasteita koetettiin ratkaista sisäisesti. Työpajassa päädyimme tulokseen, että etsimme laitteistokokoonpanolle integraattorin, joka niputtaa erilliset laitteet toimivaksi kokoonpanoksi. Ultraäänitarkastukseen liittyvä osaaminen päätettiin ottaa omiin käsiin. Kuin johdatuksen kautta tehtaan kehitysosasto löysi paikallisen toimijan, jolla oli referenssejä tarkastussolujen suunnittelusta ja integraatiosta. Ensimmäisessä toimittajan kanssa pidetyssä palaverissa löytyi hyvin samankaltainen visio automaattisolun toteutuksesta. Ainoaksi merkittäväksi avoimeksi asiaksi jäi ultraäänitarkastustekniikan ja automaattiluokittelun toteutus, joista automaattiluokittelun pitäisi siis olla keinoälyä soveltava, koulutettava tai oppiva järjestelmä.

Kun suunnittelupalaveri oli ohitse, jäin juttelemaan yhden toimittajan edustajan kanssa harrastuksista. Oma osaamiseni ja kokemuksen puoliautomasoiduista järjestelmistä ja ultraäänilaitteen tuottaman datan käsittelystä oli tuottanut ajatuksen konenäön soveltamisesta automaattiluokittelussa. Kun keskustelin toimittajan kanssa yhteisestä valokuvausharrastuksesta, tulin kysyneeksi, eikö vielä ole olemassa algoritmeja, jotka voisivat tunnistaa eri värisävyjä kuvasta. Oma tietämykseni valokuvakäsittelystä on valitettavasti edelleen 1980-luvun tasolla, vaikka filmikameroita en enää käytä. Onneksi toimittajan edustajan harrastusvälineet olivat päivittyneet 2000-luvulle. Sain suoran vastauksen, että itse asiassa kuvantunnistuseriaa soveltaminen olisi hyvin yksinkertaista, luotettavaa ja helposti toteutettavissa. Ilmaan jäi kuitenkin leijumaan oppivan järjestelmän toteutus.



Tarkastuskartta kiertokangen alaosan ultraäänitarkastuksesta.

Vanhat ideat, uudet toteutukset teknologioineen

Laitetoimittaja pystyi tarjoamaan vaihtoehdon, jossa ultraäänitekniinen toteutus ja integraatio muihin järjestelmiin olivat mahdollisissa, kuten robotteihin oli jo alustavasti suunniteltu. Laitetoimittaja pystyi myös tarjoamaan ohjelmistovaihtoehdon, jota maukkaamalla kuvantunnistukseen perustuva luokittelu olisi mahdollista toteuttaa ja automatisoida.

Sitten oli vuorossa vaikein osio eli kuinka luokitella tarkastustulos, tehtaan antaman tahtiajan puitteissa. Jos esimerkiksi tahtiaika vaatimus oli kymmenen minuuttia, luotaimen liikuttelua eli datan kerääminen kesti noin 8 minuuttia. Tämä tarkoitti sitä, että luokittelulle ei jäisi paljoa aikaa. Haaste tuntui pelottavan vaativalta. Jo seuraavassa tapaamisessa laiteintegraattorin kanssa oli mukana osaaja, joka kykenisi toteuttamaan kuvantunnistukseen perustuvan luokitteluvaihtoehdon. Luokittelu automatisoinnin toteuttamiseksi yhdessä robotiikan, ultraäänilaitteiden ja muiden tarkastussolun laitteiden kanssa kuulosti helpolta. Toki haasteitakin tunnistettiin integraatorajapinnoissa, mutta mikään niistä ei muodostunut esteeksi.

Kun ensimmäinen versio auto-

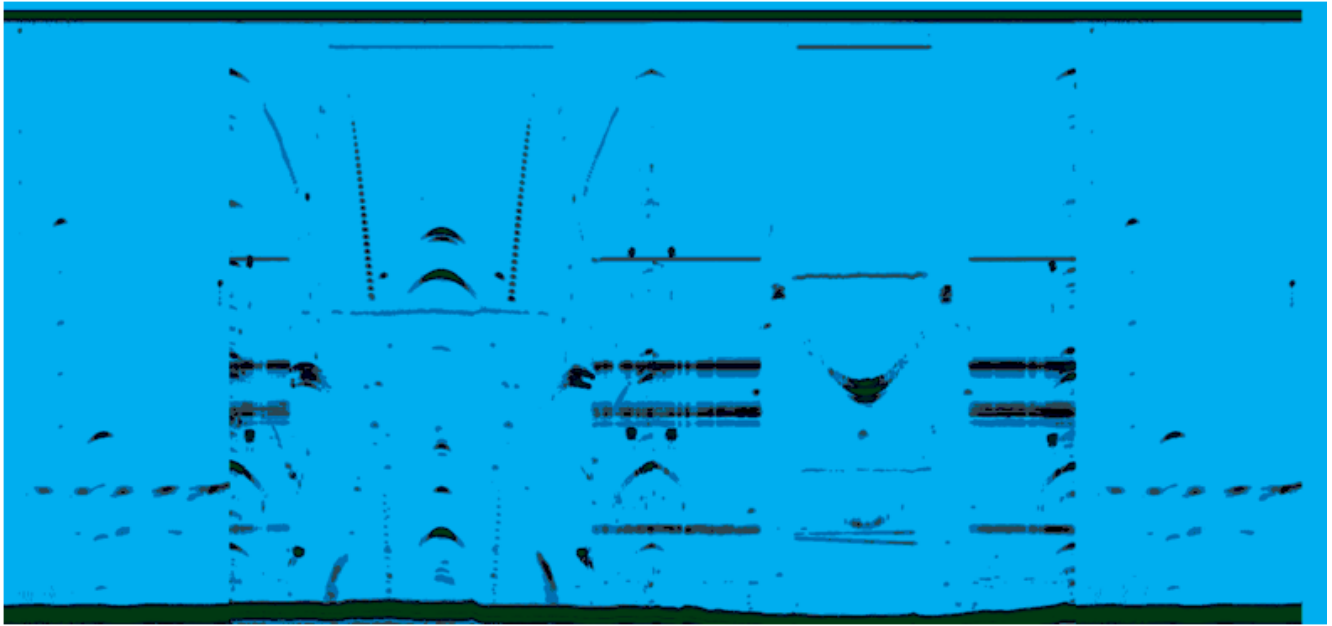
maattiluokittelun prosessoinnista oli valmiina, iski todellisuus. Kuvaa ja tietoa voidaan käsitellä ja manipuloida monella eri tavalla, todella nopeasti. Mutta minun osakseni koitui tehtävä muuntaa fyysisen maailman ilmiöt luokitteluohjelmalle ymmärrettävään muotoon. Itse kuvittelin, että ohjelmointi, integrointi ja prosessointi olisivat vaativia ja aikaa vieviä tehtäviä, mutta nykypäivän teknologiat mahdollistavat hyvinkin moniulotteisen tiedon automatisoidun prosessoinnin, siirron ja käsittelyn. Ensimmäiset suuntaa antavat luokittelusäännöt ohjelmoitiin vain muutamassa päivässä. Seuraavaksi olikin sitten vuorossa vuoropuhelu koodarin kanssa, joka ohjelmoi järjestelmän luokitteluun tiedon oikein. Tässä vaiheessa oli selvillä, että tiedon luokitteluun käytetty aika olisi joiain sekunteja, ei minuutteja. Luokittelun nopeuden mahdollistajana toimi juuri tämä kuvantunnistuksen periaatetta soveltava tekniikka datan analysoinnissa. Konventionaalisella tavalla datan luokittelu olisi kestänyt vähintään kymmeniä minuutteja.

Fyysiset ilmiöt dataksi

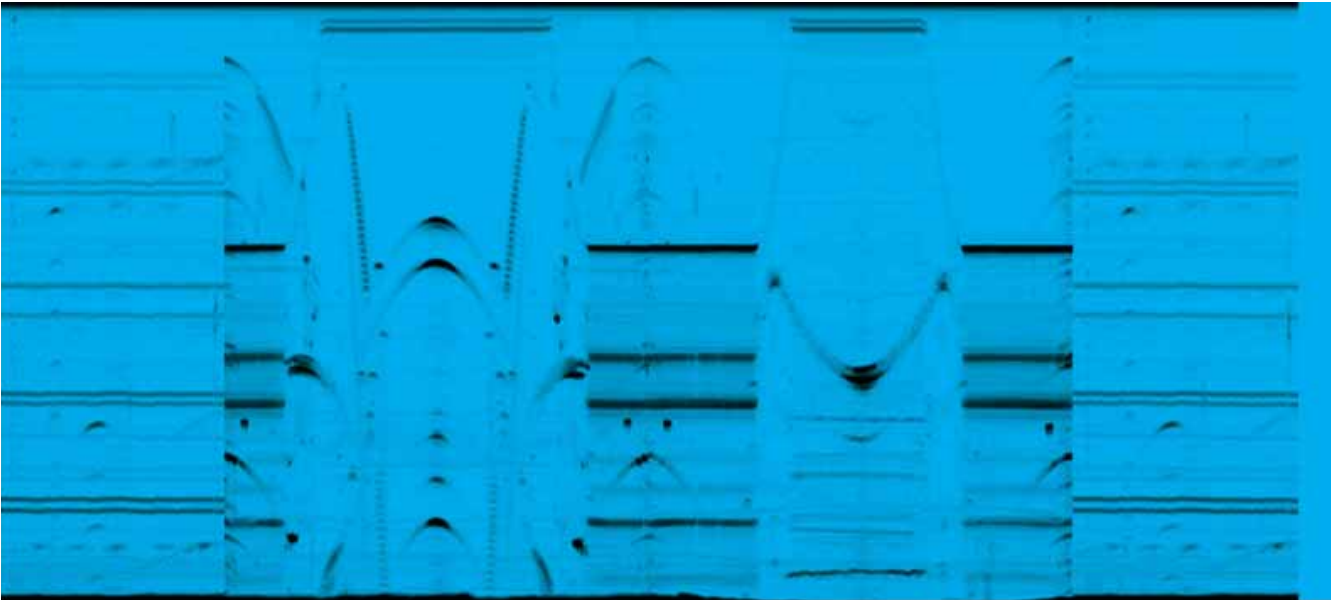
Fyysisten ilmiöiden muuntaminen dataksi ei ollut helppoa. Sillä materiaalin tarkastuksen fyysiset

hyväksymisrajat oli muutettava luokitteluohjelmalle ymmärrettävään muotoon niin, että ohjelmaa voisi kouluttaa ja opettaa. Tässäkin avuksi tuli nykyteknologia. Tarkastimme yhden komponentin, jossa oli keinotekoisia virheitä, jotta saisimme jonkinlaista käsitystä, mitä pitäisi opettaa ja ohjelmoida. Koodari pyöritteli dataa monella eri tavalla, kunnes keksimme tavan miten luokittelu voidaan toteuttaa niin, että fyysiset ilmiöt linkittyvät numeerisesti tarkastettuun dataan. Aivan yksityiskohtaisesti en voi kertoa, miten se tapahtuu, mutta tämäkin innovointi vaati kahden täysin eri alan asiantuntijan saumatonta yhteistyötä ja yhteisymmärrystä. Ensimmäiset testiajot datalla pystyttiin tekemään heti, ensimmäisten sääntöjen tekemisen jälkeen. Näitä datan luokittelusääntöjä on tarkistettu ja hienosäädetty moneen kertaan, sillä kehitimme opetettavan järjestelmän. Lisää tietoa hienosäätöön on tullut myös luokittelun kautta, kun järjestelmä on "kouluttanut" keksijäänsä. Tiedon lisääntyminen on ollut kahden suuntaista.

Koska kyseessä oli ainoa laatuun oleva laite ja vastaavanlaisia luokittelusääntöjä ei ainetta-rikkomattoman koestuksen saralla oltu aiemmin tehty, oli koekäytöjaksoksi hyvin pitkä. Noin vuo-



Kappaleen luokittelussa käytettävä tarkastuskartta.



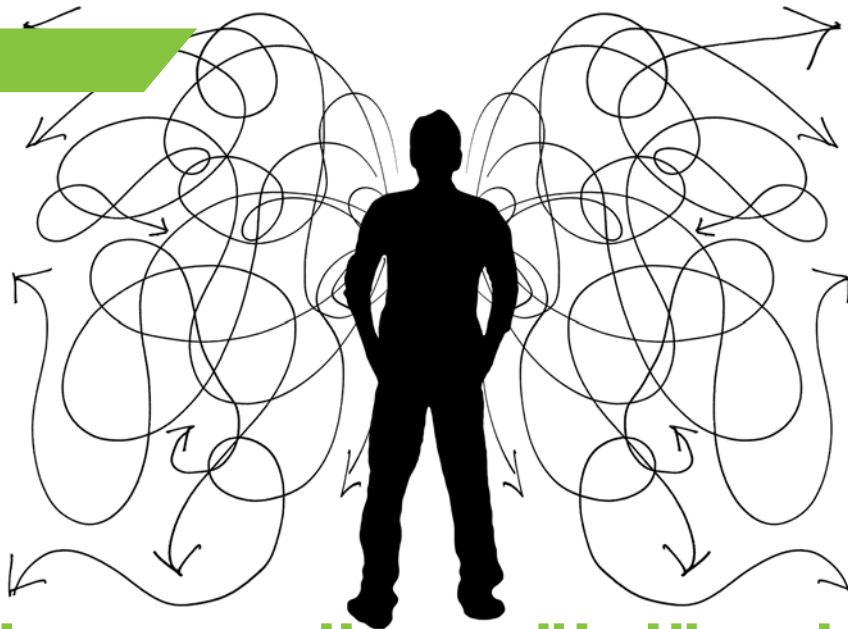
Opetetun järjestelmän tuottama tulostarkka. Keinovika näkyvissä värillisenä. Kuva ei ole lopullinen, vaan sitä käytetään laitteen opettamiseen

den käyttökokemuksen jälkeen pystyimme kohtuu turvallisesti toteamaan luokittelusääntöjen toimivan, järjestelmän koulutettavuuden toimivan ja ymmärtämään järjestelmän itseoppimisen rajat. Seuraavana on vuorossa oppimisen rajojen luominen itseoppivalle järjestelmälle, eli oppimisen säännöt. Moni ennalta ajateltu oppimissääntö on joutunut ajatusten hautausmaalle pysyvästi. Mutta uusia ideoita ja mahdollisuuksia oppimissäännöille on syntynyt vähintään kaksinkertainen määrä.

Tällä hetkellä ajatushautomossa on tehtaan tuotantolaitteiden lai-

teintegraatioiden mahdollisuudet ja kaksisuuntaisen linkin luominen toimittaja-tehdas -rajapintaan. Myös automatisoitu tilastollinen seuranta ja tilastollisen seurannan reagoitumahdollisuuksien ymmärtäminen. Suurin valaistus on tapahtunut kuitenkin mahdollisuuksien rajattomuuden suhteen. Reaaliaikainen tiedonsiirto eri tehtaiden ja eri laitteiden välillä ja kaksisuuntainen tilastollinen seuranta luovat läjän uusia työkaluja laadunvalvontaan. Ennakointi ja nopea reagointi laatupoikkeamien suhteen tulee nousemaan uudelle tasolle, jonka mahdollisuudet ovat

vielä monelta osalta avoimia. Kenties Teollisuus 5.0 hämöttää jo horisontissa? Merkittävin kehityksen alue Teollisuus 4.0 osalta nojautuu hyvin pitkälti toimittajan kyvykkyyteen ja resursseihin vastata tilaajan toivomiin integraatioihin, datan hallintaan ja eteenpäin toimittamiseen prosessointia varten. ■



Johtajien on vaikea nähdä, mistä aloittaa Teollisuus 4.0

Suuryritysten ylin johto ei vielä koe olevansa valmis vastaamaan neljännen teollisen vallankumouksen tuomiin strategisiin, yhteiskunnallisiin, teknologisiin ja tarvittavan osaamisen vaatimuksiin. Kaksi kolmesta johtajasta näkee, että bisneksillä on tulevaisuudessa mm. valtioiden hallintoa enemmän vaikutusmahdollisuutta tulevassa kehityksessä. Kuitenkin vain alle neljännes yritys- tai julkishallinnon johtajista uskoo oman organisaationsa voivan vaikuttaa yhteiskunnallisesti kriittisiin tekijöihin tulevaisuudessa.

Lähes yhdeksän kymmenestä Deloitte neljännen teollisen vallankumouksen valmiutta mittaavaan kyselyyn (Industry 4.0 Readiness Report) vastanneesta yritysjohtajasta uskoo muutoksen johtavan suurempaan yhteiskunnalliseen ja taloudelliseen tasa-arvoon ja vakauteen globaalisti. Samalla vain joka kolmas johtaja kokee olevansa hyvin luottavainen omiin kykyihinsä johtaa omaa organisaationsa tässä muutoksessa. Ainoastaan 14 % vastaajista luottaa vahvasti oman organisaationsa valmiuteen hyödyntää Teollisuus 4.0:n tuomat muutokset.

Neljäs teollinen vallankumous tarkoittaa fyysisten ja digitaalisten teknologioiden, kuten analytiikka, keinoäly, kognitiiviset teknologiat ja IoT, yhdistymistä. Fyysisen ja digitaalisen maailman liitto luo täysin uudenlaisia liiketoimintamahdollisuuksia ja -riskejä. Monet johtajat kertovat tutkimuksessa keskittyvänsä tällä hetkellä perinteisiin kehitysaihioihin Teollisuus 4.0:n edellyttämän osaamisen kehittämisen ja kilpailuetujen etsimisen sijaan. Vastaajista 57 % panostaa eniten tuotekehitykseen ja 56 % tuottavuuden kasvattamiseen nykyisessä liiketoimintaympäristössä.

”Johtajien vastaukset kertovat mi-

nulle nöyryydestä tulevaa muutosta kohtaan. Tulokset antavat suomalaisille yrityksille uskonvahvistusta siitä, että kaikki ovat samoissa lähtötelineissä ja muutkin yritysjohtajat kokevat epävarmuutta siitä, miten ponnistaa liikkeelle. Tarve kehittää sekä omaa johtamista että organisaatioiden tämänhetkistä valmiutta vastata Teollisuus 4.0:aan tunnistetaan”, Deloitte toimitusjohtaja **Tommi Pitkänen** kommentoi.

Ymmärryksestä ja tahdosta huolimatta tutkimuksen tulokset osoittavat selvästi, että johtajien on vaikea nähdä, mistä aloittaa. Esimerkiksi uuden teknologian investointeja tukevien laskelmien tekeminen tuottaa hankaluuksia vaihtoehtojen paljoudessa ja fokuksen ollessa usein lähitulevaisuudessa.

Yhteiskunnallisesti vaikuttavat kasvavat muita nopeammin

Deloitte 2017 julkaistun milleniaalitutkimuksen mukaan erityisesti milleniaalit odottavat suuryrityksiltä vastuunkantoa yhteiskunnan suurien haasteiden ratkaisemisessa. Teollisuus 4.0 -tutkimuksessa haastatellut johtajat eivät kuitenkaan usko, että heidän oma organisaationsa voisi merkittävästi vaikuttaa yhteiskun-

nallisiin tekijöihin, kuten henkilöstön koulutuksen ja osaamisen tai kestäväen kehityksen edistämiseksi. Johtajat kyllä näkevät, että liikemaailmalla sinänsä on tuntuva mahdollisuus vaikuttaa.

”Tulevaisuudessa sellaiset organisaatiot, jotka eivät tunne yhteisomistajuutta paremman maailman rakentamisesta luopuvat menestysmahdollisuuksistaan. Usko siihen, että jokaisella organisaatiolla on mahdollisuus vaikuttaa monin tavoin, on erittäin tärkeää koko Suomen tulevaisuudelle”, Pitkänen muistuttaa.

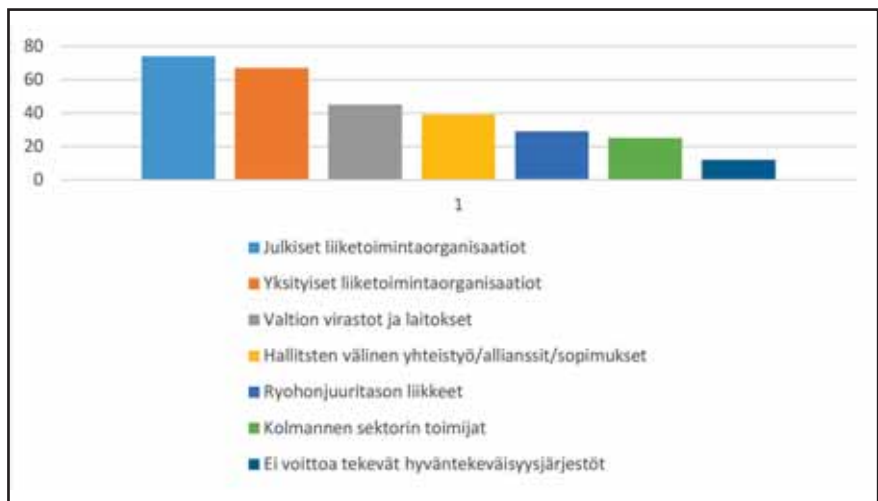
Tätä ajatusta tukee myös tutkimuksen havainto, jonka mukaan se pieni kuuden prosentin joukko vastaajia, jotka kertoivat kantavansa vastuuta perinteistä laajemmalle joukolle sidosryhmiä, kasvoi kymmenen prosenttia muita organisaatioita nopeammin edellisellä tilikaudellaan. Näiden yhtiöiden johtajat kuvasivat tyypillisesti olevansa liiketoimintajohtajien lisäksi ”yhteiskunnallisia arkkitehtejä”. Näitä organisaatioita yhdisti myös heidän keskittymisensä erityisesti oppimiseen ja kestävään kehitykseen.

Tulevaisuuteen katsotaan vanhoilla laseilla

Yritysjohtajien mindset on yhä edel-

leen vahvasti perinteisissä toimintata-voissa ja -malleissa. Esimerkiksi kysymykseen: mistä asioista keskustelette eniten vuoden aikana? Pintaan nousevat tuotteiden ja palveluiden kehittäminen sekä tuottavuuden kasvattaminen. Nämä ovat sinällään tärkeitä asioita myös Teollisuus 4.0 -konseptissa, koska tavoitteena on kehittää uusia innovatiivisia tuotteita. Teollisuus 4.0 on kuitenkin paljon enemmän, johon pitäisi liittyä esimerkiksi uusien kyvykkyyksien kehittäminen ja kilpailijoiden liiketoiminnan häirintä uudennlaisilla liiketoimintamalleilla. Nämä jäävät kuitenkin tutkimuksen mukaan pinon alimmaiseksi.

Ehkä vielä yllättävämpää tutkimuksen mukaan on se, että vaikka kysymys asetettiin muotoon: ”Ollaksenne johtava organisaatio tulevaisuudessa, mihin-



Millä seuraavista arvioitte olevan suurimman vaikutusmahdollisuuden siihen, miten Teollisuus 4.0 tulee muokkaamaan yhteiskuntaa?



Mistä aiheista keskustelette useimmin vuoden aikana (valitse 1-5)?

seuraavista pitäisi mielestänne käyttää enemmän aikaa? niin järjestys pysyi käytännössä samana kuin edellä. Tämä osoittaa, että johtavaksi toimijaksi tulemista katsotaan edelleen vahvasti tämän päivän ”liiketoimintalasiin” lävitse.

Tutkimuksessa nostetaan myös esiin perinteinen organisaatioiden inertia, joka hidastaa yritysten muuttamista ja estää niitä näkemästä muutoksia liiketoimintaympäristössä. Tämä voi johtaa siihen, että ketterästi toimivat uudet yritykset hyödyntävät tilaisuuden ja valtaavat hyvinkin nopeasti markkinoita. Tällaisistahan on jo olemassa useita esimerkkejä.

”On selvää, että emme pysty uudistamaan omaa ajatteluamme niin nopeasti kuin teknologia ympärillämme kehittyi. Siksi tarvitsemme uudenlaisia osaajia päätöksenteon tueksi ja myös päätöksentekijöiksi. Haastan organisaatioita aktiivisesti varmistamaan, että panostukset osaamisen ja osaajien kehittämiseen ovat kilpailijoita selvästi paremmat, lyhentämään siihen ajattelun aikaikkunan puoleen ja kertomaan osaamistarpeen kahdella”, Pitkänen jatkaa.

”Nykyinen suomalainen sääntely on ymmärrettävästi laadittu edellisen teollisen vallankumouksen ehdoon. Kun yritykset ottavat laajemman näkökulman siihen, miten heidän toimintansa ja tuotteensa vaikuttavat yhteiskuntaan positiivisesti, ne voivat vaikuttaa myös sääntelyn positiiviseen kehittymiseen. Meillä on Suomessa monet perusasiat, arvot, keskusteluyhteydet, teknologiahalukkuus ja rohkeus tehdä isojakin päätöksiä kunnossa ja olemassa. Kun lisäämme itseluottamusta ja positiivista uskoa, mikään ei estä menestymistämme tulevaisuudessakaan”, Pitkänen summaa.

Neljäs teollinen vallankumous pitää sisällään mahdollisuuden muuttaa liike-elämää, työtä, työn tekemistä ja yhteiskuntaa laajalla spektrillä. Yksi asia on kokolailla varma: se on jo täällä ja yritysjohtajien on oltava valmiina muutokseen. On selvää, että asioiden tekeminen vanhoilla perinteisillä tavoilla ei enää riitä. Ja ne, jotka ottavat vallankumouksen mahdollisuuksista eniten irti, tulevat olemaan tulevaisuuden menestyjiä.

Tutkimuksesta

Forbes Insights ja Deloitte Global kartoittivat C-tason johtajien näkemyksiä neljänestä teollisesta vallankumouksesta kyselytutkimuksella, johon osallistui yli 1600 C-tason johtajaa eri puolilta maailmaa. Vastaa- jista kaikki toimivat organisaatioissa, joiden liikevaihto on yli 1 miljardi Yhdysvaltain dollaria. Edustettujen organisaatioiden liikevaihto oli keskimäärin 7,4 miljardia Yhdysvaltain dollaria. Tutkimukseen osallistuneet C-tason johtajat toimivat Alankomaissa, Australiassa, Brasiliassa, Espanjassa, Etelä-Afrikassa, Intiassa, Islannissa, Isossa-Britanniassa, Japanissa, Kanadassa, Kiinassa, Meksikossa, Norjassa, Ranskassa, Ruotsissa, Saksassa, Suomessa, Tanskassa ja Yhdysvalloissa. Vastajaat edustivat 10 toimialaa, ja jokaisen yksittäisen toimialan edustus oli enintään 12 % vastaajista. Kyselytutkimus tehtiin elokuussa 2017 ja tutkimus julkaistiin globaalisti maailman talousfoorumissa Davosissa tammikuussa 2018. ■

ALIHANKINTA.FI

#Alihankinta



ALIHANKINTA

SUBCONTRACTING FAIR • FINLAND

25. – 27.9.

TAMPEREEN MESSU-
JA URHEILUKESKUS

 Tampereen Messut

TEEMANA:
TUOTTAVUUS



Alihankinta**HEAT**

AlihankintaHEAT on teollisuus- ja startup-yrityksille suunnattu verkostoitumistapahtuma, joka tuo uutta ajattelua teollisuuteen: tulevaisuuden ratkaisut, ketterät toimintamallit, rohkeat visiot, innovaatiot, kumppanuudet & yhteistyömallit startupien ja teollisuusyritysten välille.

Lue lisää: **ALIHANKINTA.FI/HEAT**

TRADITIONAL MANUFACTURING INDUSTRY IS DEAD
START UP YOUR ENGINES!



RAND FINLAND ROADSHOW 2018

SYKSYN TAPAHTUMAT:

18.9.2018 JYVÄSKYLÄ Scandic Laajavuori

20.9.2018 VANTAA Scandic Helsinki Aviacongress

25.9.2018 TALLINNA Sokos Hotel Viru Conference Centre

Lupaamme kertoa Sinulle, miten tuotekehityksen eri osa-alueet saadaan keskustelemaan keskenään entistä laadukkaammin, tehokkaammin ja ketterämmin sekä annamme kattavan kokonaiskuvan nykyaikaisesta **3DEXPERIENCE**-tuotekehitysympäristöstä.

Agendalla on erityisesti tuotekehityksen eri osa-alueiden tehokas yhteiskäyttö, simulointilähtöinen mekaniikkasuunnittelu, 3D-tulostaminen sekä V+R hyödyntäminen tuotekehityksen työvälineenä. V+R -esimerkkinä esittelemme **3DEXPERIENCE**-virtuaalipalaverin usean lokaation välillä.

Lue lisää ja ilmoittaudu mukaan: www.rand.fi/roadshow-2018



Jyväskylän ja Vantaan tilaisuuksien osallistujien kesken arvomme HTC Vive -virtuaalijärjestelmän!

RAND Finland Oy
Plaza Business Park, Loiste
Äyritie 20, 01510 Vantaa
Puh. 020 7412 660
www.rand.fi



Teollinen vallankumous

Vaikka meneillään olevasta teollisesta vallankumouksesta on kirjoitettu ja puhuttu paljon, sen tuomia mahdollisuuksia ei vielä osata läheskään täysimääräisesti hyödyntää. Haastattelin aiheen tiimoilta reilu vuosi sitten tulevaisuudentutkija, dosentti **Jari Kaivo-oja**. Vilkas keskustelu herätti jo tuolloin paljon ajateltavaa. Siksi olikin ilo jatkaa ajankohtaisesta Teollisuus 4.0 -aiheesta hänen kanssaan Advanced Engineering -messuilla, Helsingissä 29.5.2018 Thomas Edison Stagella.

Teollisesta vallankumouksesta viestimisen kanssa on vielä paljon haasteita. Jari Kaivo-oja kertoi esimerkin: "Tehdessäni ennakoitihankkeita TEKESille oli iso haaste saada neljanteen teolliseen vallankumoukseen liittyvä käsite, ubiikki-teknologia, ymmärrettävästi viestitettyä tavallisille ihmisille." Ubiikki-teknologiahan on kaikkialla läsnä massadataa, *big data*, keräämässä. Sen pohjalta toivotaan, että teollinen tuotanto tehostuu ja löydetään uusia kilpailuetuja teollisen vallankumouksen tuomasta uudesta teknologia-arsenaalista. Mutta miten välittää yksiselitteisesti mielikuvaa tällaisesta teknologiasta, kun kaikilla on oma ja toisistaan poikkeava ymmär-

rys meneillään olevasta kehityksestä?

"Nykyaikaisessa ympäristössä toimissamme koulutusasia nousee todella tärkeäksi. Joudumme lisäkouluttamaan, täydennyskouluttamaan ja peruskouluttamaan kaikilla koulutuksen

tasoilla", korosti Kaivo-oja. Tällä hetkellä esimerkiksi nuorison arvellaan joutuvan omaksumaan seitsemän erilaista ammattikuvaa työuransa aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen on velvoitettu huolehtimaan itse omasta elinikäisestä oppimisesta neljännen teollisen vallankumouksen aikana.

Titaanien taistelu

Eräs tutkija kiteytti, että meillä on meneillään titaanien taistelu. Titaaneiksi lasketaan tällä hetkellä Saksan, Japanin, Etelä-Korean ja Alankomaiden teol-

"Avainsana on älykäs erikoistuminen."

lisuudet. Myös Yhdysvallat ovat taistossa mukana. Titaanit tulevat kohtaamaan tässä neljännessä teollisessa vallankumouksessa ja voimme havaita joka puolella ympärillämme joukkojen tulevan. Esimerkiksi Puolan metalliteollisuus organisoituu kuin armeija Teollisuus 4.0:n ympärille tavoitteenaan toteutusvaihto-



Uusien teknologioiden vieminen käytäntöön vaatii rohkeutta kokeilla, testata ja pilotoida.

ehtojen löytäminen ja hyödyntäminen.

Näin ollen myös me suomalaiset joudumme nyt oikeasti miettimään strategiaa, miten kohtaamme vastasamme olevat titaanit. Jos aiomme säilyttää Suomessa teollinen osaaminen, niin taisteluun on mentävä rohkeasti mukaan. Avainsana tässä on älykäs erikoistuminen. Meidän tulee löytää ne globaalit arvoketjut, joissa haluamme ja on kannattavaa toimia aktiivisesti mukana. Todennäköisesti nämä liittyvät edelleenkin metsään ja metalliin, mutta yhä enenemässä määrin myös matkailuun, palvelutalouteen ja muihin lisäarvoa tuottaviin prosesseihin.

Ennakkoluuloton kokeilukulttuuri

Myös maan hallitus on herännyt todellisuuteen. Juuri ilmestynyt Eduskunnan Tulevaisuusvaliokunnan teettämä teknologia-arviointiraportti, *Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037*, kuvaa sataa uutta radikaalia teknologiaa, jotka uudistavat yhteiskunnan toimintamallit. Sieltä meidän tulee filitroidä käyttöömmä ne teknologiat, joita haluamme kärkiryhmässä soveltaa.

Uusien teknologioiden vieminen käytäntöön vaatii rohkeutta kokeilla, testata ja pilotoida. Meidän ei pidä liikaa kiintyä mihinkään teknologiaan sinällensä vaan puntaroida objektiivisesti vaihtoehtoja ja myös hankkia tarvittavaa osaamista. Tärkeää on myös miettiä asioita uusista näkökulmista ja hakea ratkaisuja totuttujen ajatusmallien ulkopuolelta.

Leikkauspolitiikka uhkana

Kokonaisuudessaan tilanne on raskas, siinä mielessä, että onhan meil-

lä edelleen kehityspanostus 2,7 % BKT:stä, mikä on Euroopan keskitasoa. Tilanne ei sinällään ole mitenkään huono, mutta uusien asioiden ja nopean kehityksen ollessa kyseessä satsaus on kuitenkin riittämätön. Saman huolen toi esiin Business Finlandin toimitusjohtaja toukokuussa Aamu-TV:ssä. Kyllä tässä päättäjät varmaankin miettivät, että pitäisikö tehdä tasokorotus jo tämän hallituksen aikana. Vai odotetaanko seuraavaa hallitusta, joka todennäköisesti sen tekee

Niukkojen resurssien allokointi on varmaankin haaste päättäjille. Jos olemme tosissamme menossa mukaan titaanien taisteluun, niin tilannehan on verrattavissa joukkojen viemiseen Talvisotaan. Tilanne ei ole välttämättä paras mahdollinen haasteellisen projektin kannalta, jos sanotaan kavereille matkalla eturintamaan, että: "luoteja on vaan niukasti käytettävissä. Koettakaa vaan pojat selviytyä!" Siinä vaiheessa pitää miettiä, että onko meidän vaan parempi tyytyä sellaiseen keskitasoisempaan tavoiteasetantaan. Sanotaan vaikka sitten suoraan kaikille, että meillä ei ole mitään toiveita saada Suomeen uutta Nokiaa. Kaikista järkevistä teknologia- ja koulutuspanostuksista leikataan ja sitten myydään yrityksille "ei oota", kun kysytään ammattitaitoista työvoimaa.

Sekin on iso kysymys, että ketkä pystyvät olemaan riittävän vahvasti edelläkävijöitä sekä kouluttamaan uusia teknologioita ja Teollisuus 4.0 -filosofiaa. Vähän huolestuttaa, kun leikataan koulutuksesta. Toisaalta, MOOC-kurssitus, *Massive Open Online Course*, tarjoaa kaikille halukkaille ennen näkemättömät mahdollisuudet. Maailmassa on MOOC-kursseja tuhan-

sittain. Esimerkiksi MIT:ssä voi milloin tahansa opiskella omatoimisesti, vaikka robottikouluttajaksi, kuten viime vuoden Advanced Engineeringin panelistimme, **Cristina Andersson**, teki. Jos siis haluttaisiin oikeasti panna aktivointimalli käytäntöön, niin voitaisiin vaatia, että esimerkiksi kaikki Suomen opettajat menevät joka kesän aikana MOOC-kurssille. Myös virkamiehet tulisi oikeasti kouluttaa vastaamaan tähän haasteeseen, sillä osajia ei synny tyhjästä.

Tämä voisi nostaa erittäin paljon tuottavuutta. Mikä estää meitä ottamasta vastaan näitä meille kultalautasella tarjottuja mahdollisuuksia?

Älykäs verkostoituminen

Resurssivajetta voidaan jonkin verran hallita verkostoitumalla älykkäästi. Toisin sanoen, jos emme itse älyä kehittää asioita, niin mennään sitten sellaisten kanssa yhteistyöhön, jotka älyvät investointien tärkeiden. Jari Kaivo-oja kertoi seuranneensa, mitä Lounais-Suomessa on tapahtunut. Siellä on nyt strategiana verkostoitua saksalaisen teollisuuden kanssa. Näin ovat tehneet Mayerin telakka, Valmet Automotive ja Bayer Nordic, joka on Suomen tuottavin ja tehokkain tehdas. Näyttääkin siltä, että saksalaisten kanssa liittoutumalla meille voi käydä aika hyvinkin titaanien taistelussa. Tämä vaatii kuitenkin älykkäästi luotuja verkostoja ja partnerisuhteita. Lisäksi voidaan ottaa ns. *near sourcing* -strategia käyttöön. Lähistöllä on paljon sellaista ruotsalaista ja saksalaista teollisuutta, joka näkee Suomessa mahdollisuuksia. Eikä me mitään huonoja partnereita ollakaan!

Kiinan rooli?

Raimo Lewing yleisöstä kysyi, miksei Kaivo-oja maininnut Kiinaa luetellessaan titaaneja. Väkiluvultaan isona maana sillä on todennäköisesti paljonkin vaikuttavuutta.

Jari pitää kiinalaisen innovaatiojärjestelmän ongelmana edelleenkin keskittymistä kopiointiin ja imitointiin. Toki he ovat olleet siinä maailman huippuja ja heidän yliopistonsa vasta nyt ovat nousussa. Voihan olla, että he ovat jo tulossa kovaa vauhtia tieteen ja teknologian suurvallaksi, mutta niin kauan kuin kiinalaisilla ei ole esimerkiksi itse kehitettyä automerkkiä, niin he eivät ole titaaniluokassa. Kaivo-oja on itse kirjoittanut jo 10 vuotta sitten Turun Sanomiin artikkelin, jossa hän kertoi Kiinan olevan ohittamassa Yhdysvallat teknologiapanostuksissa dollareissa



Meillä on kehitteillä *Married with Asia* -strategia Kiinan ja Intian kanssa. Toki on myös mahdollista tehdä Venäjän kanssa parempaa yhteistyötä”, arvioi Kaivo-oja.

mitattuna. He ovat äärimmäisen määrätietoisia ja toimivat matalalla profiililla.

Kiinalaiset ovat keksineet kaikenlaisia historiassa. He keksivät aikoinaan sotavankkurin, joka edelleenkin on hyvä malli teollisuudelle ja teolliselle johtamiselle. Siinä on kolme elementtiä: tehokas jousimies, tehokas hevostamies ja kaveri, joka on äärimmäisen keskinkertainen kaikessa. Tämä on heidän mielestään kolmen optimaalisen kombinaatio. Tätä meidän tulisi miettiä edelleen teollisuudessa. Tiimiin pitäisi kuulua tarkka-ampuja, joka on oikeasti kärjessä. Ja voimakas kaveri, joka osaa johtaa vankkuria eteenpäin kaikissa mahdollisissa tilanteissa – todella fyysisesti tehokas yksilö. Ja lisäksi henkilö joka on keskiverto hyvä lähes kaikessa. Tällainen kombinaatio on yhä edelleenkin hyvä, ihan vaikka PK-yritystä ajatellen, jotta on monimuotoista osaamisessa. Kyllä ne kiinalaiset ymmärtävät monia asioita.

Raimo: ”Muutaman vuoden siellä asuneena sanosin, että kyllä he ovat tulossa kovaa vauhtia. Ei ne montaa vuotta ole enää perässä. Ja sitten muistaakseni näin jokin aika sitten uutisissa, että he ovat sähköbusien kohdalla maailman ykkönen.”

Jari: ”Kyllä. Aikanaan tein kolme vuotta yhteistyötä Kiinan tiedeakatemian kanssa Pekingissä. Tapasin kiinalaisia tiedenaisia ja -miehiä. Lahjakkuusvaranto on siellä ihan käsittämätön. Tiedetään, että jokainen

maailman ravintola voidaan saada viihtyisäksi pelkästään sillä, että sinne rekrytoidaan kiinalainen huippupianisti soittamaan kaikkia klassisia sävelmiä. Siis jokaiseen maailman ravintolaan löytyy kiinalainen, lahjakas pianisti. Kiinalaiset perustavat huippuyksiköitä tieteen ja teknologian eturintamaan. Toimintamallit siellä ovat aika hurjia, enkä tiedä johtavatko nämä mallit innovatiivisuuden ja luovuuden kukoistukseen Kiinassa. Kyllä se todennäköisesti jollakin aikavälillä johtaa.”

”Suomessa ollaan muuttumassa tytäryhtiötaloudeksi.”

Raimo: ”Meidän onneksemme sikäläinen koulujärjestelmä perustuu ulkoa oppimiseen ja sen opitun tenttimiseen sekä valmiiden sääntöjen noudattamiseen.”

Jari: ”Se on totta. Kolme vuotta sitten Nottinghamin yliopisto suunnitteli perustavansa Kiinaan meriakatemian. Sen toimintaidea oli sellainen, että joka vuosi valitaan älykkyystestien kautta 6000 opiskelijaa. Joka vuosi aloittaa siis 6000 huippuälykästä opiskelijaa. Nottinghamin yliopisto kouluttaa heidät siellä kovalla kriteeristöllä ja siitä kasvaa pikkuhiljaa maailman tiede-eliitti. Siellä on myös muita yliopistoja, joilla on erilaisia strategioita. Näitä Kiinan yliopistokuvioita pitäisi Suomessa aika tarkkaankin seurata, koska siellä testataan kaikenlaisia tapoja luoda huippuosaamista.

Married with Asia

Kiinan lisäksi Intia, Brasilia, Venäjä ja Etelä-Afrikka, tulevat maailmanmarkkinoille kovalla sykkeellä. Kaivo-oja on tehnyt arvion patentti ja tuotemerkkirekisteröinneistä maailmassa. Merkille pantavaa on se, että näiden maailman nousevien talouksien eli BRICS-valtioiden käyrät on ihan luottisuuria ylöspäin. Sieltä tulee patenttia ja sieltä tulee tuotemerkkiä. Ehkei tosiaankaan kauaa mene, kun ollaan

näidenkin kanssa kovassa kilpailussa. Näin ollen meidänkin tulisi kiinnittää paljon enemmän huomiota patenttihakintaan, koska T&K-panostuksen heikkous näkyy juuri patenttisalkussa. Onko patenttisalkkumme riittävän vahva, jotta jotain järkevää saadaan Teollisuus 4.0 kilpailussa aikaiseksi?

Suomen kannattaa Kaivo-ojan mielestä miettiä partnerisuhdetta myös Kiinan kanssa. Panda-diplomatia vähän viittaa siihen, että näin on osittain tehtykin. Meillä on kehitteillä tällainen *Married with Asia* -strategia Kiinan ja Intian kanssa, Toki on myös mahdollista, että onnistuisimme tekemään myös Venäjän kanssa parempaa yhteistyötä kuin mitä tällä hetkellä tapahtuu.

Hyviä puolia näissä kuvioissa on se, että Aasiasta tulee helposti pääomia.

Tiedämme, että kiinalainen CATL omistaa nyt Valmet Automotivesta 23 %, mikä mahdollistaisi haluttaessa Uudenkaupungin tehtaan nopean laajentamisen - kiinalaisrahoilla. Ja tarvittaessa rekrytoida 5000 henkilöä lisää. Mutta silloin pitää miettiä omaa päättävävaltaa ja kulttuurisia haasteita. Olemmeko valmiita kulttuurien yhteistyöhön ja kohtaamiseen Suomessa?

”Teollinen vallankumous ei onnistu ilman PK-sektoria.”

Osaamispaneelissa Supercellin toimitusjohtaja sanoi Kaivo-ojalle, että heillä työskentelee nyt 14 eri kansalaisuutta. Supercell on meidän merkittävin kasvuyrityksemme, eikä kasvu olisi ollut mahdollista ilman eri kansalaisuuksien kirjoa. Onkin tärkeää miettiä teollisen vallankumouksen yhteydessä, että kuinka monta kansallisuutta tarvitaan suomalaisen kasvuyritykseen. Niitä voi olla yllättävän monta. Esimerkiksi Valmet Automotive rekrytoi 1000 saksalaista insinööriä – hyvä signaali sekin kumppanuusstrategian puolesta.

Pohdin, onko kumppanuussuhteiden solmiminen nopeutunut viime aikoina. Muistan nimittäin, kun työskentelin 2000-luvun vaihteessa Valmet Automotivella, niin jo silloin suunniteltiin Saksaan integroitumista, mutta vasta nyt siitä on tullut todellisuutta. Pitkäaikainen prosessi.

Kyllä Jari Kaivo-ojankin mukaan kumppanuussuhteiden solmiminen on pikkuhiljaa edistynyt. Monethan sanovat, että Suomessa ollaan muuttamassa tytäryhtiotaloudeksi. Meillä toimii paljon eri puolilla maailmaa pääkonttoriaan pitäviä, laadukkaita firmoja. Tuleekin mieleen, että kuinka itsenäisiä me loppupeleissä täällä Suomen-niemellä halutaan olla. Toisaalta tulee kuitenkin ottaa huomioon, että näitä kumppanuussuhteita syntyy nimenomaan riittävän hyvien partnereiden kesken. Jos emme ole kunnianhimoisia esimerkiksi Teollisuus 4.0 -vallankumouksessa, niin emme ole välttämättä kovin kiinnostava partneri enää tulevaisuudessa. Jos esimerkiksi Valmet Automotiven kaverit eivät olisi yhtään kiinnostuneita Teollisuus 4.0:sta, niin eivät saksalaiset kovin pitkään katselisi sitä touhua. Yhdistämme Teollisuus 4.0:n helposti aina suuryrityksiin, vaikka saksalaiset ovat tulleet viimeisimmissä tutkimuksissaan siihen tulokseen, että teollinen vallankumous ei onnistu ilman PK-sektoria. He ovat heränneet siihen, että ongelmien

välttämiseksi PK-yritykset pitää saada kehitykseen mukaan. Tämä vaatii kokonaisvaltaista teollisuusfilosofiaa siitä, miten arkkitehtuuri tai verkostot teollisuudessa ymmärretään? Miten arvon tuotanto ja luominen ymmärretään riittävän syvällisesti.

Japanin filosofia

Japanin johtava teollisuusfilosofi kirjoitti tässä juuri, että ei pidä väheksyä tehokasta tuotantoa Teollisuus 4.0:n yhteydessä. Heillä on sellainen ajatusmalli, että on tuotantotehokkuuskeskeisiä yrityksiä ja sitten on innovaatio- ja laatu-keskeisiä yrityksiä. Toisin sanoen japanilaiset ovat siinä mielessä

mielenkiintoisia, että ne haluavat yhdistää tehokkuuden ja laadun. Japanin teollisuusfilosofia kumpuaakin käytännön LEAN-opeista. Sama ajattelumalli pitäisi ymmärtää Suomessakin. Pelkästään innovaatio ja laatu eivät merkitse mitään – tarvitaan myös tehokkuutta ja tuottavuutta. Näin ollen tulee kiinnittää erityistä huomiota verkostojen

”Ei pidä väheksyä tehokasta tuotantoa.”

monipuolisuuteen. Kun tehokkaat tuotantoyksiköt ja laatu edellä menevät innovatiiviset toimijat yhdistävät voimansa, niin Suomi voi olla aika vahvakin tässä Teollisuus 4.0:ssa.



”Kun tehokkaat tuotantoyksiköt ja laatu edellä menevät innovatiiviset toimijat yhdistävät voimansa, niin Suomi voi olla aika vahvakin Teollisuus 4.0:ssa”, toteaa Jari Kaivo-oja.

Kapitalismin tulevaisuus

Teollisuus 4.0:ssa on kysymys myös pitkälti kapitalismin tulevaisuudesta Euroopassa tai Yhdysvalloissa. Tulevia tapahtumia on vaikea ennustaa, koska yhteiskunnalliset rakenteet ja arvoverkostot ovat todennäköisesti 10 vuoden päästä hyvin eri näköisiä kuin tällä hetkellä.

Jari Kaivo-oja osallistui keväällä Vilnassa pidettyyn Business and Management -konferenssiin. Siellä *key note* -puhujaksi tuotu amerikkalaisen yliopiston professori oli integroinut *Capital Asset Pricing* -mallin ja teknologiakehityksen samaan malliin. Hän esitti matemaattisen simuloinnin, joka demonstroi teknologiseen kehitykseen ja koulutukseen tehtävien panostusten vaikutusta hyvinvointivaltion tulevaisuuteen. Käyrä lähti rajuun nousuun, kun panostuksia lisättiin ja panostuksia vähentämällä käyrä lähti jyrkästi alaspäin. Hän huippuekonomistina ja nobelistina osoitti, että varmin tapa tuhota hyvinvointivaltio on tinkiä teknologia panostuksista ja koulutuksesta. "Demonstraatio oli järkyttävää seurattavaa näin suomalaiselle", kertoi Kaivo-oja.

Sijoittajan näkökulmasta aina on olemassa riski, että saadaanko pääomalle riittävää tuottoa täältä Suomesta tai suomalaisista yrityksistä. Etelä-Koreassa tehdään aina hyvin tarkkaan strategia sijoitusten tuoton osalta. Siellä tunnistetaan kohtuullisen hyvin menestyvät

taan yhteiskunnalta? Vai onko kyseessä kohtaamisongelmaa, että resursseja on, mutta niitä ei saada kohdistettua oikeaan tekemiseen? Olemmeko tosiaan niin juuttuneita säästämiseen, esimerkiksi jo ennestäänkin pienten eläkkeiden leikkaukseen, vaikka niillä on vain marginaalinen vaikutus tarvittavaan kokonaissatsaustarpeeseen yhteiskunnan murroksessa.

Palveluarkkitehtuuri

Saksalaiset ovat tutkineet omaa Teollisuus 4.0 -strategiaansa. He ovat tulleet siihen tulokseen, että on olemassa neljänlaisia yrityksiä:

1. Perusteollisuuden perustuottajat -ryhmä, joka ajattelee, että olemme aina tehneet näin ja meillä ei ole mitään tarvetta muutoksiin.
2. Esivaiheen suunnittelijat, jotka sanovat, että siirrymme Teollisuus 4.0 -malliin 5-10 vuoden sisällä ja teemme panostuksia.
3. Teollisuus 4.0 -vaiheen jo aloittaneet yritykset, jotka sanovat, että tehokkaampi tuotantokoneiston tuotanto toteutuu jo nyt.
4. Täyden mittakaavan hyödyntäjät, jotka sanovat, että haluamme olla Teollisuus 4.0 johtajia omalla toimialallamme ja kaikilla sen ulottuvuuksilla.

Ja arvaa, mitä yritykset eniten panostavat näistä ryhmistä T&K:hon? Siinä on tietty korrelaatio.

Tutkiessaan omaa Industrie 4.0 -strategiaansa saksalaiset ovat nostaneet esiin seuraavia T&K-teemoja tällä hetkellä: valmistuksen palveluinnovaatiot, valmistuksen parempi kytkeminen teollisuustuotteisiin ja palveluarkkitehtuurin kehittäminen Teollisuus 4.0 -toiminnan yhteydessä. Toimiva *service dominant logic* tuottaa kuluttajille ja loppukäyttäjille merkittävää lisäarvoa.

Tässä tuleekin mieleeni esimerkiksi Koneen strategia, että panostetaan myös ylläpitoon ja tuotteen elinkaaren hallintaan. *After sales* on aina ollut teollisuudelle tärkeä osaaminen ja myös tässä yhteydessä se korostuu entisestään. Suomeksi puhutaan asiakasymmärryksestä – myynnin jälkeenkin hyvin toimivasta palveluketjusta. Tässä myös massadatan hyödyntämismahdollisuudet tarjontaketjun suunnittelussa ja kehittämisessä korostuvat tulevaisuudessa entisestään. Kerätyn massadatan määrä ja laatu tulee ottaa huomioon palveluarkkitehtuuria kehitettäessä.

Wikipedia innovaatioprosessissa

Yksi mielenkiintoinen näkökulma on Wikipedian hyödyntäminen Teollisuus 4.0 -strategiassa. Siinä on kehitetty uusi metodologia, jossa kaikki Wikipediassa oleva data voidaan valjastaa innovaatioprosessin tueksi. Siellä voidaan analysoida Wikipedian sisältämää informaatiota tosi tarkkaan. Koko Wikipedia data voidaan siis kerätä massadata-analyyysiin, jolloin sieltä voidaan suodattaa innovaatioprosessin kannalta hyödyllinen tieto ulos.

Wikipedian tekee käyttökelpoiseksi tiedon loogisuus: sisällysluettelo, hyperlinkit ja kategoriat. Jos ymmärretään nämä kolme asiaa, niin niillä saadaan törkeän hyvää jälkeä aikaiseksi. Tämä on varsin älykäs innovaatioprosessimalli.

Ideoita massadatarjärivistä

Jari Kaivo-oja törmäsi massadatarjärviskäsitteeseen, *big data lake*, Vilnassa tehdessään yhteistyötä paikallisen yliopiston kanssa. Siellä pidettyyn *Data excellency workshopiin* osallistui liettualainen *start-up* -yrittäjä, jonka yritys on räjähdysmäisessä kasvussa. Hän sanoi, että koko firman toiminta pyörii massadatarjärven ympärillä. Heidän kaikki asiantuntijansa vain "uivat" niissä päivät pitkät ja nousevat ylös kullannarvoisten ideoiden kanssa. Kun massadataria on tarjolla useampaan asiaan liittyen, on tärkeää nähdä, miten nämä massadatarjärvet ovat keskenään vuorovaikutuksessa. Henkilö, joka ymmärtää tällaista legoleikkää voi olla aika vahvoilla - erityisesti teollisuuden kehityksessä.

Systeemiteoreettinen osaaminen on tärkeää. Kun ymmärretään koko systeemi hyvin, niin löydetään aivan yllättäviäkin läpimurtoalueita teollisuudelle. Me teemme juuri nyt teollisuudelle Manufacturing 4.0 -hanketta Suomen hallitukselle, jossa esittelemme tämän tyyppisiä asioita. Otamme käsiteltäväksemme paljon dataa ja suodatamme siitä hyviä ideoita. Siitä voi olla yllättävää hyötyä teollisuudelle, kun käydään dataa läpi eri näkökulmista.

Distruptiojohtaminen on nyt kovasti pinnalla Turun kauppakorkeakoulussa. Distruptio tarkoittaa sitä, että teknologiaa soveltamalla saadaan uusia asiakkuuksia ja asiakkaita. Pystytään tarjoamaan laadultaan ylivoimainen palvelu uudenlaisen teknologisen osaamisen pohjalta, joka ikään kuin anastaa asiakkaat muualta meille. Kyse on siitä, että löydetään teknologinen tai liiketoimintainnovaatio, joka ikään kuin on ylivoimainen ja distruptoi koko liiketoiminnan ja muuttaa koko markkinan pelisäännösten. Tu-

"Demonstraatio oli järkyttävää seurattavaa suomalaiselle."

yritykset. Kapitalisti joutuu aina miettimään, että löytääkö se siihen portfolioon menestyviä yrityksiä riittävän paljon, jotta kannattaa tehdä riskisijoitus ja panostaa yrityksen kehittämiseen.

Suomessa on mahdollisesti jäänyt huomaamatta, miten kiinalaiset tekevät tällä hetkellä pitkäjänteistä sijoittamista. He oikeasti ajattelevat 50 vuoden päästä dominoivansa liki kaikkea teollisuutta maailmassa. Kun sitä vastoin suomalaiset tai eurooppalaiset päättäjät miettivät vuoden tai ehkä kvartaalin kerrallaan, mikä voi olla erittäin kohtalokasta pidemmällä aikavälillä. Pitkäntähtäimen T&K-politiikan laiminlyönti voi tulla erittäin kalliiksi.

Resurssivajeen paradoksi

Jari Rauhala yleisöstä kiinnitti huomiota resurssien niukkuuteen. Hän ihmetteli, että mihin resurssit katoavat tehokkuuden jatkuvasti lisääntyessä. Odotetaanko niitä resursseja ainoas-



Kaivo-oja ja Innala toivovat, että me kaikki haluaisimme olla mukana toteuttamassa neljättä teollista vallankumousta.

russa on seitsemän yrityksen ryhmä, johon kuuluvat esimerkiksi IBM, Valmet Automotive, Osuuspankkiryhmä ja Nordic Bayer. Tavoitteena on pitää yllä Länsi-Suomen positiivista rakennemuutosta ja työllistää kymmeniä tuhansia henkilöitä. Teollinen vallankumous ilman disruptiota ei todennäköisesti ole vallankumous. Se on vaan tällaista kivaa piirileikkiä, jota on nähty ihan tarpeeksi.

”Henkilö, joka ymmärtää tällaista legoleikkiä, voi olla aika vahvoilla.”

Tunti kului nopeasti ja paljon hyviä pointteja tuli heitettyä ilmaan. Lopuksi Jari Kaivo-oja visioi tulevaisuuden menestystekijöitä: ”Yksi alue on robotisaatio ja automatisaatio. Keinoäly linkitetään 3D- tai 4D-tuotantoon teollisuudessa, niin koko Suomi pidetään työllistettynä. Tällainen visio meillä on.”

Myös Suomen pääministeri uskoo

tähän visioon aika vahvasti. Edelleenkin ideat pitää pistää käytäntöön, jos aiotaan pitää teollisuus täällä Suomessa. Meidän pitää pistää itsemme likoon tässä vallankumouksessa. Vallankumous vaatii aina jonkun etujoukon. Kun ajatellaan historiallisia oppeja, niin jotkuthan vallankumousta johtaa, jotkut ovat edelläkävijöitä ja jotkut ovat pioneerejä, jotka jopa vähän kärsivätkin. Meillä täytyy olla

oikeita edelläkävijöitä, jotka haluavat olla tässä roolissa. Sellainen keskinkertaisuus ei vaan toimi titaanitaistelussa. Kuten urheilussakin Olympia-joukkueen tulee olla laadukas. Ei voida lähteä siitä, että lähetetään keskinkertainen porukka olympialaisiin ja toivotaan, että ne menestyvät siinä kovassa kansainvälisessä kilpailussa. Täytyy olla oikeasti

koulutettuja, valmennettuja ja osaavia henkilöitä. Ei siitä päästä yli eikä ympäri.

Teollinen vallankumous etenee määrätietoisesti ja toivottavasti me kaikki haluamme olla siinä mukana! Lämpimät kiitokset kaikille osallistuneille.

Lisälukemista:

Jari Kaivo-oja:

<https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/yhteystiedot/henkilokunta/Sivut/jari-kaivo-oja.aspx>

Suomen sata uutta mahdollisuutta:

https://www.eduskunta.fi/FI/tieto-aeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf

9 ratkaisua Suomelle Teknologiateollisuuden Koulutus ja osaaminen -linjaus 2018: https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/teknologiateollisuus_koulutus_ja_osaaminen_linjaus_2018.pdf



www.atrsoft.com



www.virtualsystems.fi



www.ael.fi



www.eworknordic.com



www.variantum.com



www.bentley.fi



www.edrmedeso.com



www.cadworks.fi



www.im-fellows.com



www.deskartes.com



www.econocap.com



www.cads.fi



www.cgi.fi



www.zenex.fi



www.planix.fi



www.profox.com



www.rand.fi



www.3dtech.fi



www.techniatranscat.com



www.terrasolid.fi



www.teknoware.com



www.eplan.fi



www.titako.fi



www.ains.fi



www.sofor.fi



www.vertex.fi



www.symetri.com



www.cadmatic.com



www.plmgroup.fi



www.psdvision.com



www.3ds.com



www.delfoi.com



www.ideal.fi



www.intergraph.fi



www.konecranes.com



www.meksystems.fi



www.roimaint.fi



www.outotec.com



www.rapala.com



www.senaatti.fi



www.vtt.fi

*Uutiset ja juttuideat
Valokynään tervetulleita.*

Ota yhteyttä!

*Puh. 050 436 4310,
toimitus@valokyna.fi,
uutiset@valokyna.fi
www.valokyna.fi*

Osaaminen varmistaa sovellusten tehokkaan käytön

Yritysjäsenet järjestävät monipuolisesti alan koulutusta.

Seuraavilta sivuilta löydät suoraan koulutuksen aiheen, ajan, paikan ja koulutuksen hinnan.

Tässä julkaistujen koulutuskalenterien lisäksi jäsenet järjestävät muutakin koulutusta.

Osa järjestää koulutuksia vain erikseen sovittavina ajankohtina, joten näitä ei ole tuotu tähän.

Jos et löydä tästä sopivaa kurssia, niin kannattaa vielä tarkistaa jäsenten verkkosivuilta (ks. sivu 34-35) mitä muuta on tarjolla. Löydät verkkosivuilta myös ilmaisia webinaareja eri aiheista.

Osaaminen on avain menestykseen, joten ilmoittaudu kursseille jo tänään, niin varmistat paikkasi!

Jos et löydä tästä tai jäsenten verkkosivuilta sinulle sopivaa koulutusta, niin ota yhteyttä.

Autamme sinua löytämään tarpeeseesi sopivan koulutuksen.

Ota yhteyttä: sihteeri@cadcamyhdistys.fi.

Koulutuskalenterit, sisällysluettelo:

Järjestäjä	Esimerkiksi näitä koulutuksia tarjolla	Sivu
Eplan	EPLAN Electric, EPLAN Pro Panel	37
Cadpool	AutoCAD, 3d studio Max, Revit, Inventor, ArchiCAD, SOLIDWORKS, Tekla, BIM	38-39
CadWorks	SOLIDWORKS, SOLIDWORKS PDM, SOLIDWORKS Composer	40
Econocap	Creo, Windchill, ThingWorx	41
PLM Group	SOLIDWORKS, SOLIDWORKS PDM, DraftSight, TactonWorks	42-43
Rand	CATIA V5, CATIA V6	44
Symetri	AutoCAD, Revit, Inventor, Nastran, AutoCAD Plant 3D, InfraWorks	45
Vertex	Vertex G4, Vertex BD, Vertex ED	46

Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
EPLAN Electric P8 sähkö- ja automaatio suunnittelu				
EPLAN Electric P8 peruskurssi	4	3.9.-6.9.2018	Pirkkala	
EPLAN Electric P8 peruskurssi	4	2.10.-5.10.2018	Vantaa	
EPLAN Electric P8 peruskurssi	4	6.11.-9.11.2018	Pirkkala	
EPLAN Electric P8 peruskurssi	4	10.12.-13.12.2018	Vantaa	
EPLAN Electric P8 jatkokurssi	2	19.9.-20.9.2018	Vantaa	
EPLAN Pro Panel				
EPLAN Pro Panel koulutus	2	16.10.-17.10.2018	Vantaa	
EPLAN Pro Panel koulutus	2	18.12.-19.12.2018	Pirkkala	
EPLAN suunnittelun syventävät kurssit				
EPLAN Makrokoulutus	1	21.11.2018	Pirkkala	
EPLAN Pääkäyttäjäkoulutus	1	22.11.2018	Pirkkala	

EPLAN Software & Service

Tammiston kauppatie 35

01511 Vantaa

www.eplan.fi

Sähköposti

Yhteyshenkilö

gsm: 040 5092 876

sales@eplan.fi

Amanda Lähdesmäki

Lisätietoja

EPLAN koulutuksista lisätietoja osoitteessa www.eplan.fi. Järjestämme säännöllisesti koulutuksia asiakkaan tiloissa ja myös asiakaskohtaisesti räätälöitynä, ota yhteyttä saadaksesi lisätietoja tästä tai varmistaaksesi koulutuksen toteutuvan aikataulun, sekä saadaksesi tarjouksen hinnasta: 040 5092 876/ Amanda Lähdesmäki



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
Autodesk AutoCAD				
AutoCAD uudet ominaisuudet	1 pv	11.1, 15.2, 5.4, 17.5.	Helsinki	450
AutoCAD perusteet	3 pv	7.1, 4.3, 8.4, 3.6	Helsinki	1000
AutoCAD jatko	2 pv	14.1, 18.3, 6.5	Helsinki	800
AutoCAD 3D ja visualisointi	3 pv	4.2, 13.5	Helsinki	1000
AutoCAD tehokäyttäjät	1pv	1.2,8.3, 26.4	Helsinki	450
AutoCAD Basics in English	3 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	1000
AutoCAD Grundkurs på svenska	3 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	1000
Autodesk AutoCAD LT				
AutoCAD LT uudet omin.	1 pv	11.1, 15.2, 5.4, 17.5.	Helsinki	450
AutoCAD LT perusteet	3 pv	7.1, 4.3, 8.4, 3.6	Helsinki	1000
AutoCAD LT jatko	2 pv	14.1, 18.3, 6.5	Helsinki	800
Autodesk 3d studio MAX				
3ds Max perusteet	3 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	1000
3ds Max jatko	2 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	800
AutoCAD Architecture ACA				
ACA perusteet, CAD piirtämisestä tietomallintamiseen (2+1)	3 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	1000
ACA jatko, CAD tietomallintaminen	2 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	800
Revit® Architecture				
Revit Architecture perusteet, CAD-piirtämisestä tietomallintamiseen	2 pv	28.1, 11.3, 20.5.	Helsinki	800
Revit Architecture jatko, tietomallintaminen	1 pv	sopimuksen mukaan	Helsinki	450
Revit® Structure				
Revit Structure perusteet, CAD-piirtämisestä tietomallintamiseen	2 pv	11.2, 27.5	Helsinki	800
Revit Structure jatko, tietomallintaminen	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
Autodesk AutoCAD Mechanical				
AutoCAD Mechanical perusteet	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
Autodesk Inventor				
Inventor uudet ominaisuudet	1 pv	8.2, 22.3, 17.5.	Helsinki	450
Inventor perusteet	3 pv	21.1, 25.3,13.5	Helsinki	1000
Inventor jatko	2 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	800
Inventor tehokäyttäjät	1pv	22.2, 26.4.	Helsinki	450

Ilmoittautuminen

Cadpool Oy

Mannerheimintie 15 B 4. krs

(Oopperan vieressä)

00260 Helsinki

Puhelin

(09) 4056 220

Sähköposti

trainingcenter@cadpool.fi

Yhteysenkilö

Lisätietoja

Cadpool Oy on suunnittelualaa monipuolisesti ja käytännölläheisesti palveleva yhteistyökumppani. Yksikkömme ovat: Koulutuspalvelut: mm. CAD- ja Täydennyskoulutus, Osaamisen hallinta. Konsultointipalvelut: mm. CAD-konsultointi- ja tuki, 3D, Tekninen Dokumentointi. Suunnittelupalvelut: Tekninen suunnittelu, Rakennussuunnittelu, Laivasuunnittelu, Suunnittelun avustavat palvelut. Cadpool Training Center on Autodeskin valtuuttama koulutuskeskus ATC. Viimeisimmät kurssitiedot julkaisemme www.cadpool.fi Hinnat alv 0%



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
Visual Basic for Application				
AutoCAD ja Visual Basic perusteet	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous
AutoCAD ja Visual Basic jatko	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous
ArchiCAD				
ArchiCAD uudet ominaisuudet	1 pv	25.1, 26.4,7.6	Helsinki	450
ArchiCAD perusteet, CAD-piirtämisestä tietomallintamiseen (2+2)	4 pv	18.2, 15.4.	Helsinki	1090
ArchiCAD jatko, tietomallintaminen	2 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	850
ArchiCAD - AutoCAD yhteensopivuus	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
GDL-ohjelmointi	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous
SolidWorks				
SolidWorks uudet ominaisuudet	1 pv	15.2, 5.4	Helsinki	450
SolidWorks perusteet	3 pv	25.2, 1.4	Helsinki	1200
SolidWorks jatko	2 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	900
SolidWorks tehokäyttäjä	1pv	18.1, 15.3, 3.5	Helsinki	450
Tekla				
Tekla Structures perusteet, betonirakenteet	3 pv	11.2, 15.4.	Helsinki	1200
Tekla Structures perusteet, teräsrakenteet	3 pv	21.1, 1.4.	Helsinki	1 200 e
Tekla Structures jatko, räätälöity		Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous
Adobe Photoshop				
Photoshop perusteet	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
Adobe Acrobat				
Acrobat perusteet	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
Tekninen dokumentointi				
MS Word perusteet	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
MS Excel perusteet	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
MS PowerPoint perusteet	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
CAD-kuvien käyttö MS Office-ohjelmissa	1	Sopimuksen mukaan	Helsinki	450
Tietomallinnus (BIM)				
Tietomallisuunnittelun perusteet	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous
Tietomalliprojektin johtaminen	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous
Tietomallien hallinta	1 pv	Sopimuksen mukaan	Helsinki	Tarjous

Ilmoittautuminen

Cadpool Oy

Mannerheimintie 15 B 4. krs

(Oopperan vieressä)

00260 Helsinki

Puhelin

(09) 4056 220

Sähköposti

trainingcenter@cadpool.fi

Yhteysenkilö

Lisätietoja

Cadpool Oy on suunnittelualaa monipuolisesti ja käytännönläheisesti palveleva yhteistyökumppani. Yksikkömme ovat: Koulutuspalvelut: mm. CAD- ja Täydennyskoulutus, Osaamisen hallinta. Konsultointipalvelut: mm. CAD-konsultointi- ja tuki, 3D, Tekninen Dokumentointi. Suunnittelupalvelut: Tekninen suunnittelu, Rakennussuunnittelu, Laivasuunnittelu, Suunnittelun avustavat palvelut. Cadpool Training Center on Autodeskin valtuuttama koulutuskeskus ATC. Viimeisimmät kurssitiedot julkaisemme www.cadpool.fi Hinnat alv 0%

CADWORKS

Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
Perusteet	6	1.-3.8. ja 15.-17.8.	Järvenpää	2000
Perusteet	6	29.-31.8. ja 12.-14.9.	Seinäjoki	2000
Ohutlevyt	1	5.9.	Järvenpää	400
Simulation	2	6.-7.9.	Järvenpää	800
SOLIDWORKS CAM	1	6.9.	Tampere	400
Kokoonpanotekniikat	2	17.-18.9.	Järvenpää	800
Flow Simulation	2	20.-21.9.	Järvenpää	1200
Simulation Professional	1	27.9.	Järvenpää	400
Muotit	1	28.9.	Järvenpää	400
Perusteet	6	1.-3. ja 15.-17.10	Järvenpää	2000
SOLIDWORKS Composer	2	2.-3.10.	Järvenpää	800
Pintamallinnus	2	4.-5.10.	Järvenpää	500
SOLIDWORKS PDM CAD-käyttäjä	1	10.10.	Järvenpää	400
SOLIDWORKS PDM -pääkäyttäjä	2	11.-12.10.	Järvenpää	1200
Piirustukset	1	17.10.	Järvenpää	400
Osamallinnus	2	18.-19.10.	Järvenpää	800
Perusteet	1	29.-31.10 ja 12.-14.11	Oulu	2000
Perusteet	2	5.-7. ja 19.-21.11.	Järvenpää	2000
SOLIDWORKS Visualize	6	13.11.	Järvenpää	400
Perusteet	6	3.-5. ja 17.-19.12.	Järvenpää	2000
Profililit ja hitsatut rakenteet	1	10.12.	Järvenpää	400

CadWorks Oy

Myllytie 1 A

04410 Järvenpää

www.cadworks.fi

Puhelin

Sähköposti

Yhteyshenkilö

010 835 7310

kari.ranta@cadworks.fi

Kari Ranta

Lisätietoja

SOLIDWORKS kurssien kuvaukset ja ilmoittautumiset osoitteessa www.cadworks.fi. Kurssin hinta sisältää kurssimateriaalin ja lounaan. Jokainen kurssilainen saa käyttöönsä oman SOLIDWORKS -työaseman. Järjestämme kursseja myös muilla paikkakunnilla ja muina ajankohtina kysynnän mukaan. Ota yhteyttä 010 835 7310 / Kari Ranta.



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
Laitteiden yhdistäminen IoT alustaan	2	27.-28.6.2018	Vantaa	1390
Thingworx IoT alustan ylläpito	1	29.6.2018	Vantaa	695
Thingworx Analytiikka	3	2.-4.7.2018	Vantaa	2085
Creo Flexible Modeling	1	7.8.2018	Vantaa	695
Creo Putkistosuunnittelu	1	9.8.2018	Vantaa	695
Creo Kaapelointisuunnittelu	1	14.8.2018	Vantaa	695
Creo Direct Peruskoulutus	1	16.8.2018	Vantaa	695
Creo Liikkuvien Mekanismien Suunnittelu	1	21.8.2018	Vantaa	695
Creo Mekanismien Simulointi	1	23.8.2018	Vantaa	695
Creo Peruskoulutus	3	28.-30.8.2018	Vantaa	1485
Creo Mallin Laadun Varmistus	1	30.8.2018	Vantaa	695
Creo Sähkökaavioiden Suunnittelu	1	6.9.2018	Vantaa	695
Creo View	1	13.9.2018	Vantaa	695
Creo Ohutlevysuunnittelu	1	20.9.2018	Vantaa	695
Creo Pintamallinnus	1	27.9.2018	Vantaa	695
Creo Kokoonpanot	1	4.10.2018	Vantaa	695
Creo Peruskoulutus	3	16.-18.10.2018	Vantaa	1485
Creo Ohutlevysuunnittelu	1	25.10.2018	Vantaa	695
Creo Pintamallinnus	1	1.11.2018	Vantaa	695
Creo Kokoonpanot	1	8.11.2018	Vantaa	695
Creo Työ- ja Kokoonpanopiirustukset	1	15.11.2018	Vantaa	695
Creo Pääkäyttäjä	1	22.11.2018	Vantaa	695
Creo Lujuus- ja Lämpöanalyysit	3	27.-29.11.2018	Vantaa	1485
Creo View	1	4.12.2018	Vantaa	695
Creo Illustrate	1	10.12.2018	Vantaa	695
Creo Peruskoulutus	3	11.-13.12.2018	Vantaa	1485
Creo Flexible Modeling	1	17.12.2018	Vantaa	695
Windchill Business Administration	3	18.-20.12.2018	Vantaa	1485

Ilmoittautuminen

Lisätietoa kursseista sekä ilmoittautumiset

kotisivuilamme www.econocap.com tai

sähköpostitse koulutus@econocap.com

Puhelin

040 749 7921, 040 745 6775

Sähköposti

koulutus@econocap.com

Yhteyshenkilö

Aleksi Nummi, Jarmo Räisänen

Lisätietoja

Hinnat alv 0 %. Tarjoamme myös räätälöityjä Windchill, Creo, Arbortext, ThingWorx ja Moldex3D -koulutuksia. Pyydä tarjous! Suunnittelemme yrityksellenne parhaiten sopivan koulutuskokonaisuuden.



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
SOLIDWORKS Alkeet	1	6.8.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Alkeet	1	3.9.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Alkeet	1	5.11.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Alkeet	1	27.11.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Perusteet	4	14.8.-17.8.2018	Turku	1550
SOLIDWORKS Perusteet	4	4.9.-7.9.2018	Tampere	1550
SOLIDWORKS Perusteet	4	30.10.-2.11.2018	Tampere	1550
SOLIDWORKS Perusteet	4	6.11.-9.11.2018	Turku	1550
SOLIDWORKS Perusteet	4	11.12.-14.12.2018	Tampere	1550
SOLIDWORKS Piirustukset	2	14.8.-15.8.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Piirustukset	2	12.11.-13.11.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Jatkokurssi Osat	3	28.8.-30.8.2018	Tampere	1425
SOLIDWORKS Jatkokurssi Osat	3	3.9.-5.9.2018	Turku	1425
SOLIDWORKS Jatkokurssi Osat	3	3.10.-5.10.2018	Tampere	1425
SOLIDWORKS Jatkokurssi Osat	3	14.11.-16.11.2018	Turku	1425
SOLIDWORKS Jatkokurssi Osat	3	19.12.-21.12.2018	Tampere	1425
SOLIDWORKS Kokoonpanomallinnus	2	8.8.-9.8.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Kokoonpanomallinnus	2	1.10.-2.10.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Kokoonpanomallinnus	2	26.11.-27.11.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Kokoonpanomallinnus	2	4.12.-5.12.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Isot Kokoonpanot	1	18.10.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Ohutlevyt	2	21.8.-22.8.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Ohutlevyt	2	11.9.-12.9.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Ohutlevyt	2	4.12.-5.12.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Teräs- ja profiilirakenteet	1	14.9.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Teräs- ja profiilirakenteet	1	9.10.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Teräs- ja profiilirakenteet	1	18.12.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Valuusat ja muotit	2	11.10.-12.10.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Pintamallinnus	2	20.11.-21.11.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Pääkäyttäjä	1	1.11.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Visualisointi	1	17.8.2018	Tampere	475

Ilmoittautuminen

Ilmoittaudu osoitteessa <https://plmgroup.fi/koulutus/>
tai suoraan Päivi Saariselle.

Puhelin

0207 809 575

Sähköposti

paivi.saarinen@plmgroup.fi

Yhteyshenkilö

Päivi Saarinen

Lisätietoja



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
SOLIDWORKS Visualisointi	1	10.10.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Simulation Perusteet	3	29.8.-31.8.2018	Tampere	1425
SOLIDWORKS Simulation Perusteet	3	13.11.-15.11.2018	Tampere	1425
SOLIDWORKS Simulation Liikedyamiikka	2	18.9.-19.9.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Putkistot ja Letkut	2	16.10.-17.10.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Kaapelointi ja Elektroniikka	1	14.8.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Simulation Jatkokurssi	1	18.9.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Simulation Virtauslaskenta	2	23.10.-24.10.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Simulation Epälineaarinen	2	22.11.-23.11.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Simulation Dynamiikka	2	10.12.-11.12.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Plastics	2	24.9.-25.9.2018	Turku	950
SOLIDWORKS PDM Standard	1	28.8.2018	Turku	475
SOLIDWORKS PDM Professional Käyttö	1	28.8.2018	Turku	475
SOLIDWORKS PDM Professional Pääkäyttjä	2	23.8.-24.8.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS PDM Professional Pääkäyttjä	2	29.8.-30.8.2018	Turku	950
DraftSight Perusteet	2	27.9.-28.9.2018	Turku	950
SOLIDWORKS Electrical 3D	1	26.9.2018	Tampere	475
SOLIDWORKS Electrical 3D	1	14.12.2018	Turku	475
SOLIDWORKS Electrical Kytentäkaaviot	2	27.9.-28.9.2018	Tampere	950
SOLIDWORKS Electrical Kytentäkaaviot	2	19.12.-20.12.2018	Turku	950

Ilmoittautuminen

Ilmoittaudu osoitteessa <https://plmgroup.fi/koulutus/> tai suoraan Päivi Saariselle.

Puhelin

0207 809 575

Sähköposti

paivi.saarinen@plmgroup.fi

Yhteyshenkilö

Päivi Saarinen

Lisätietoja



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
CATIA V5 Mechanical Design Expert	5	20.8.-24.8.2018	Jyväskylä	2000
CATIA V5 Mechanical Design Expert	5	10.9.-16.9.2018	Vantaa	2000
CATIA V5 for Surfaces	3	1.10.-3.10.2018	Vantaa	1200
CATIA V5 Analysis	3	28.8.-30.8.2018	Vantaa	1200
CATIA V5 Analysis	3	24.9.-26.9.2018	Jyväskylä	1200
CATIA V5 Sheet Metal Design	1	4.10.2018	Vantaa	400
CATIA V5 Automation	3	8.10.-11.10.2018	Vantaa	1200
CATIA V5 Administration	3	31.10.-2.11.2018	Vantaa	1200
Advanced Surface Design	2	4.9.-5.9.2018	Jyväskylä	800
CATIA V5 to V6 Design Transition	2	29.10.-30.10.2018	Vantaa	800
CATIA V5 to V6 Design Transition	2	5.11.-6.11.2018	Jyväskylä	800
CATIA V5 to V6 Mechanical Surface Design Transition	1	7.9.2018	Vantaa	400
CATIA V5 to V6 Mechanical Surface Design Transition	1	28.9.2018	Jyväskylä	400
CATIA V6 Mechanical Design Fundamentals	5	13.8.-17.8.2018	Vantaa	2000
CATIA V6 Mechanical Design Fundamentals	5	17.9.-21.9.2018	Jyväskylä	2000
CATIA V6 Mechanical Design Fundamentals	5	12.11.-16.11.2018	Vantaa	2000
CATIA V6 Mechanical Design Fundamentals	5	26.11.-30.11.2018	Jyväskylä	2000
CATIA V6 Mechanical Design Advanced	4	15.10.-18.10.2018	Vantaa	1600
CATIA V6 Mechanical Design Advanced	4	22.10.-25.10.2018	Jyväskylä	1600

Nettisivujemme kautta: <http://www.rand.fi/koulutus/>

Myyntisihteeri Katri Österman

katri.osterman@rand.fi puh. 050 349 7735

Puhelin

040 186 8886

Sähköposti

jari.suokas@rand.fi

Yhteyshenkilö

Jari Suokas

Lisätietoja

Kurssipäivän hinta on 400 eur/hlö sisältäen kurssimateriaalin ja lounaan. Hinnat alv 0 %.
Muiden kurssien osalta ota yhteyttä myyntiimme jari.suokas@rand.fi puh. 040 186 8886.

Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
Rakentaminen ja infrastruktuuri				
InfraWorks tutuksi	1	28.8.2018	Vantaa	500
Autodesk Revit tietomallintamisen peruskurssi	3	4.-6.9.2018	Vantaa	1200
Revit uudet ominaisuudet 2019	1	18.9.2018	Vantaa	500
The basic course Revit Architecture in English	2+2	25.-26.9. ja 23.-24.10	Vantaa	1600
Solibri tietomallikoordinaattorin ja BIM managerin työkaluna	1	27.9.2018	Vantaa	500
AutoCAD Civil 3D peruskurssi	2	2.-3.10.2018	Vantaa	900
FIKSU Geo	1	9.10.2018	Vantaa	500
Autodesk Revit Family - objektien luonti ja kehittäminen	2	10.-11.10.2018	Vantaa	800
Solibri Model Checker suunnittelijan työkaluna	1	25.10.2018	Vantaa	500
Autodesk Revit Structure peruskurssi	2	7.-8.11.2018	Vantaa	900
AutoCAD Civil 3D tutuksi	1	20.11.2018	Vantaa	500
YTV Yleiset Tietomallivaatimukset 2012	1	21.11.2018	Vantaa	500
Autodesk Revit tietomallin dokumentointi	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Solibri hankekohtaisten sääntöjen ja tarkastusten optimointi	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Autodesk Revit arkkitehdin työkaluna	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
AutocCAD Civil 3D katusuunnittelu	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
AutoCAD Civil 3D vesihuollon suunnittelu	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Toimistostandardit ja aloituspohjat Autodesk Revitillä	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Autodesk Revit BIM Manager	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Valmistava teollisuus				
Autodesk Inventor peruskurssi	4	10.-13.9.2018	Vantaa	1500
Autodesk Inventor uudet ominaisuudet 2019	1	26.9.2018	Tampere	500
Autodesk Inventor peruskurssi	4	15.-18.10.2018	Tampere	1500
Autodesk Inventor uudet ominaisuudet 2019	1	30.10.2018	Vantaa	500
Autodesk Inventor ohutlevysuunnittelukurssi	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Autodesk Inventor lujuuslaskentakurssi	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Suunnittelun automatisointi-kurssi	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Autodesk Plant 3D-kurssi	Koulutuspäivät sovimme yhdessä asiakkaan kanssa.			
Autodesk Vault				
Asiakaskohtaisista koulutuksista saat lisätietoa ottamalla meihin yhteyttä.				

Ilmoittautuminen

Symetri Oy

Äyritie 8 B

01510 Vantaa

<http://www.symetri.fi/koulutus>**Puhelin**

09 5422 6500

Sähköposti

koulutus@symetri.fi

Yhteyshenkilö

Hanna Eskolin

Lisätietoja

Symetri on Autodeskin valtuuttama koulutuskeskus. Monipuolinen kurssivalikoimamme kattaa sekä Autodeskin ohjelmistot että Symetrin omat tekniset suunnitteluratkaisut. Kaikki kurssimme on mukautettu vastaamaan osallistujien toiveita ja tarpeita. Kouluttajamme ovat alansa kokeneita asiantuntijoita, ja koulutuksissamme käytetään aina uusimpia ohjelmistoversioita ja viimeisintä tekniikkaa. Koulutuksia voidaan järjestää myös asiakkaiden omissa tiloissa, jolloin työskentelyyn tulevat katkokset jäävät mahdollisimman lyhyiksi ja kustannukset ovat matalammat. Tuomme koulutuskoneet tarvittaessa mukaan.



Kurssin nimi	Kesto (pv)	Ajankohta (pvm)	Koulutuspaikka	Hinta
Mekaniikkasuunnittelu				
G4 Peruskurssi	2	4.9, 2.10, 6.11 ja 4.12.	Tampere	640
G4 Jatkokurssi 1	2	6.9, 4.10, 8.11 ja 11.12.	Tampere	640
G4 Jatkokurssi 2	2	18.9, 16.10 ja 27.11.	Tampere	640
G4 Levyrakennesuunnittelu	1	20.9. ja 10.11.	Tampere	360
G4 Profiilirakennesuunnittelu	1	18.10. ja 29.11.	Tampere	360
G4 2D-Piirtäminen	1	*		
G4 FEA (FEM-analysit)	1	*		
G4 Tuoteautomaatio	2	*		
Tiedonhallinta				
G4 Flow CAD käyttäjän tiedonhallinta	1	19.10. ja 30.11.	Tampere	360
Flow Pääkäyttäjän toiminnot	1	20.10. ja 1.12.	Tampere	360
Rakennussuunnittelu				
BD Arkkitehtisuunnittelu	3	11.9, 30.10. ja 11.12.	Tampere	960
BD Jatkokurssi	1	14.9. ja 14.12.	Tampere	360
BD Hirsitalosuunnittelu	3	9.10. ja 13.11.	Tampere	960
BD Rakennesuunnittelu	2	23.10. ja 18.12.	Tampere	640
BD Hirsitalonrakennesuunnittelu	1	25.10. ja 20.12.	Tampere	360
BD Systeeminhoito	2	12.10. ja 16.11.	Tampere	640
BD Uudet ominaisuudet	1	15.12.	Tampere	360
BD Mallinnuks. peruskurssi + komponenttimallinnus	3	2.10. ja 6.11.	Tampere	960
DesignStream käyttäjä/tuottaja	1	*		
Sähkö- ja automaatio-suunnittelu				
ED Sähkösuunnittelun peruskurssi	3	18.9, 23.10. ja 27.11.	Tampere	960
ED Sähkösuunnittelutoiminnot	2	19.9, 24.10. ja 28.11.	Tampere	640
ED Hydraulikkasuunnittelu	1	*		
Visualisointi				
G4 Visualisointi, Light Works	1	20.11.	Tampere	360
Katso muita kursseja www.vertex.fi				

Ilmoittautuminen

Kaksi viikkoa ennen kurssin alkua

Puhelin

(03) 313 411

Sähköposti

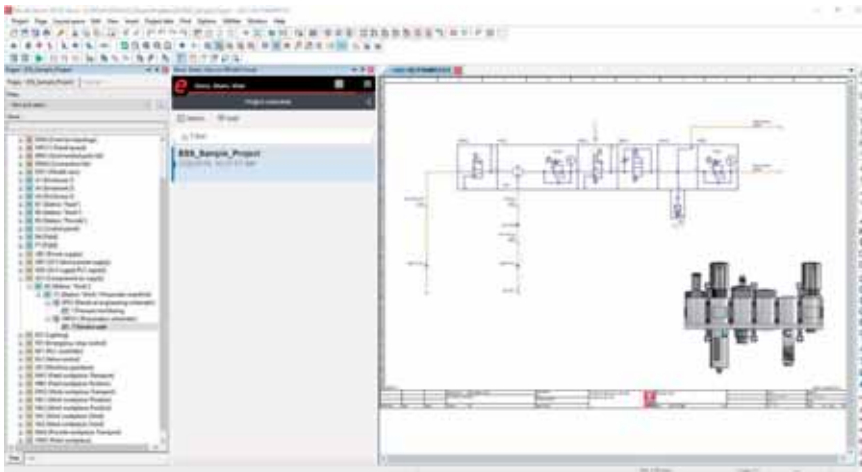
kurssit@vertex.fi

Yhteyshenkilö

Pia Iannacone

Lisätietoja

Järjestämme asiakaskohtaisia kursseja, myös aiheista joita ei kurssiluettelossa ole. Kurssitarjontamme sekä kurssien tarkemmat sisältökuvaukset näet kotisivuiltamme www.vertex.fi / Käyttötuki (<http://www.vertex.fi/web/fi/koulutus>). Tiedonhallinnan (Flow ja DesignStream) kurssit sovitaa yleensä käyttöönottoprojektien yhteydessä asiakaskohtaisina kursseina. *-merkityt kurssit järjestämme asiakaskohtaisesti

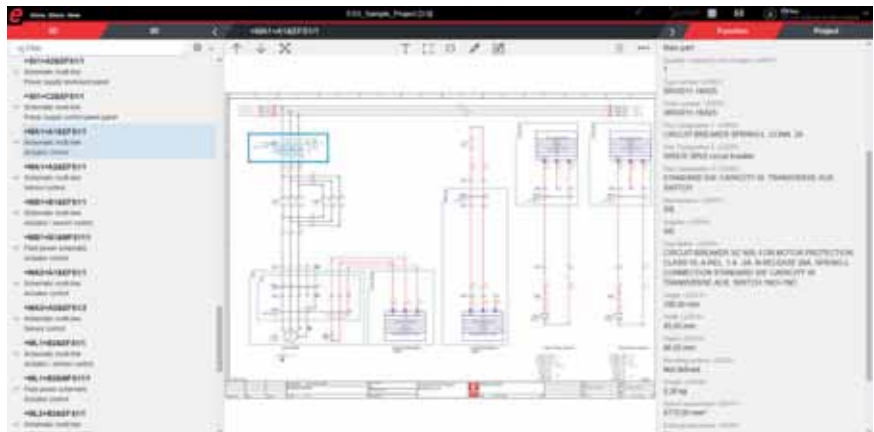


Suunnittelijat voivat asettaa projektin dokumentaation pilveen, jotta se on saatavilla yrityksen jatkokäsittelyprosesseja varten kaikille osapuolille.

Pilveen EPLAN:n Store Share View -ratkaisulla

Datan siirtäminen pilveen ja sen käyttö esimerkiksi yhteistyöskenaarioissa on nykyään ennemminkin pakollista kuin vapaaehtoista. Monet yritykset kuitenkin kysyvät miten ja missä mitta-kaavassa se pitäisi tehdä. Eplan vastaa tähän kehittämällä Store Share View -ratkaisulla. Tämä Eplanin kehittämä ratkaisu, joka pohjautuu Microsoftin Azureen, on palvelu, joka siirtää Eplan-projektit pilveen. Samaan aikaan se toimii perustana tulevaisuuden pilvestä-pilveen-yhteyksille. Ensimmäisessä vaiheessa Eplan on esitellyt osan Store Share View -ratkaisua, jolla projekteja voidaan katsella, tarkastaa ja kommentoida käyttäen punakynämerkintää. Eplan kulkee asiakkaidensa rinnalla askel askeleelta matkalla pilveen. Käyttäjät hyötyvät keskitetystä tietolähteestä, joka tuo Eplan-datan helposti käytettäväksi kaikille projektin osapuolille (mukaan lukien jatkokäsittelyprosessit). Dataa voidaan käyttää kaikkialta: kaikilta päätelaitteilta, riippumatta sijaintipaikasta ja vaatimatta Eplan-ohjelmiston asennusta.

Jo nimi Store Share View (tallennajaa-näytä) paljastaa mikä asiakkaita odottaa heidän matkallaan pilveen: Eplan-projektit voidaan tallentaa pilveen (Store/tallenna) ja ne ovat kaikkien projektiosapuolien saatavana (Share/jaa) nähtäväksi (View/näytä) aina halutessa. Tämä ei vaadi minkäänlaista asennusta - ei edes perinteisen View-sovelluksen asennusta, mikä tarvittiin aikaisemmin. Kirjaudu sisään, tarkastele projektia, tee kommentteja käyttäen punakynätoimintoa ja pane merkille työn edistyminen - käyttäjien



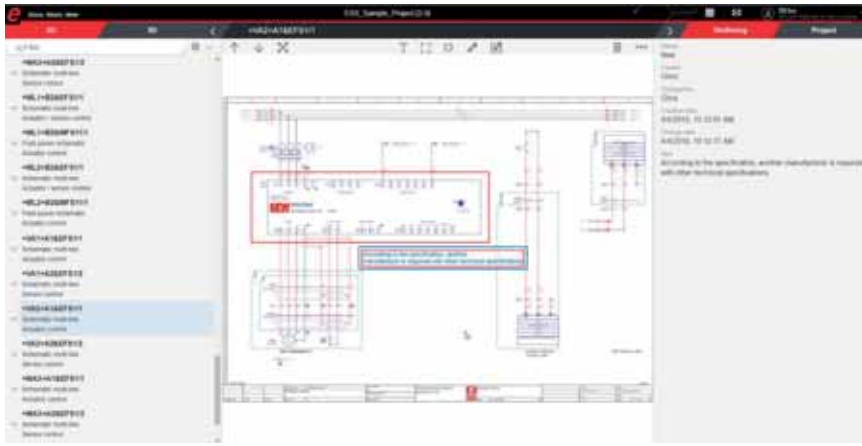
Esimerkiksi tuotanto voi tarkastella verkkoselaimella Eplan-käyttäjän jakamia projektin piirikaavioita.

on näin helppo ottaa ensimmäiset askeleensa pilviprojektitympäristössä. Järjestelmä on suunniteltu niin, että kaikki tarvittavat Eplan-projektitiedot ovat saatavana keskitettynä tietovarastona toimivasta pilvestä. Suunnittelutiedot pysyvät suojattuina luvattomalta pääsylvä käyttöoikeuksia hallitsemalla.

Tämä on vasta ensimmäinen askel, jonka Eplan käyttäjät ottavat pilvessä - mutta se on tärkeä askel. Kun kaavoja koskevia tietoja aikaisemmin toimitettiin osastoihin käsiteltäväksi (esimerkiksi ohjaukskaavin suunnittelu tai käyttöönotto), tuhansia sivuja dokumentteja piti tulostaa paperille. Paperiton työnkulku ei ainoastaan ole kustannustehokasta, mutta se myös parantaa laatua. Toinen ratkaiseva tekijä on mahdollisuus yhteistyöhön. Käyttämällä Store Share View -ratkaisua myös ulkoiset osapuolet voivat käyttää tietoja, jos heille on määritetty siihen käyttöoikeudet. Yhteistyöinfrastruktuuri on saatavana pilven kautta eikä osaston tarvitse enää käydä läpi

mutkikasta projektin luovutusprosessia. Alitoimittajat voivat yksinkertaisesti käyttää verkkoselainta projektin sen hetkisen tilan lukemiseen. Toinen käytännön etu: Saatavana on vain sen hetkinen data ja muutokset dokumentoidaan käyttämällä punakynätyönkulkua. Tämä tarkoittaa sitä, että virheiden lähteet eliminoidaan lopullisesti. Yhteistyö alitoimittajien kanssa käy helpommaksi ja myös työnkulut optimoidaan.

Jos yritys haluaa hankkia uuden ohjelmiston, yksi kysymys nousee tavallisesti esiin ensimmäisenä: Mitä tapahtuu nykyisen IT-infrastruktuurin yhteyksille? Esimerkkeihin tästä kuuluvat rajapinnat PDM- ja PLM-järjestelmiin, jotka yleensä täytyy päivittää



Muutokset voidaan dokumentoida ja lähettää edelleen Eplan-käyttäjille, jotka voivat tehdä muutoksia listan mukaan – toisen käsialan tulkitsemisesta on näin tullut menneisyyteen kuuluva asia.

käyttää 24 tuntia päivässä, kaikki projektin osapuolet voivat käyttää tietoja olivatpa he missä tahansa maapallolla.

Pilviteknologiat on kehitetty siten, että useat osapuolet voivat työskennellä projektin parissa. Teollisuus 4.0-kontekstissa nämä projektiosapuolet ovat usein paljon laajemmalla alueella kuin yhdessä ainoassa yrityksessä. Kumppanit työskentelevät yhdessä ratkaisujen parissa, luovat yhteyksiä ohjelmistoratkaisuidensa välille ja tällä tavoin lisäävät etuja käyttäjälle. Yritykset Festo ja Lenze ovat olleet Eplanin kumppaneita useiden vuosien ajan. Ne ovat tallentaneet lukuisia komponenttietoja Eplan Data Portaliin ja hyödyntävät osaltaan pilviteknologian tarjoamia mahdollisuuksia. Molemmat yritykset esittelivät Hannoverin messuilla alustavia käyttötapauksia, joissa teknologiana käytetään Store Share View -ratkaisun Rest API -rajapintaa. Rest API -teknologia mahdollistaa tietojen käytön kolmansien osapuolten toimittajille, niin että nämä voivat optimaalisesti käyttää Eplanissa suunniteltua dokumentaatiota sen jatkokäsittelyä varten.

Lisätietoja www.eplan.fi



Océ Arizona.

Robotisoitu tulosta- ja leikkaa työkulku

Canon esitteli FESPA 2018 -messuilla Berliinissä 15.-18.5.2018,

kuinka innovaatiot prosessien automaatioissa voivat radikaalisti parantaa tuottavuutta ja painotuotteiden valmistajien liiketoimintaa.

Canonin messuosaston kohokohta oli kokonaan robotisoitu tulosta- ja leikkaa työkulku, joka yhdistää saumattomasti Océ Arizona 6170 XTS -tulostimen Océ ProCut -leikkauspöytään. FESPA 2018 -messuilla esillä ollut ratkaisu on Alankomaissa sijaitsevan Van Vliet Printingin tasotulostustuotannossaan käyttämän automaatoratkaisun suora toisinto. Robotisaatio on mahdollistanut Océ Arizonan ja Océ ProCutin katkeamattoman yhteistyön, joka on kasvattanut yrityksen tuotantokapasiteettia huomattavasti. Messuilla ratkaisua esiteltiin tuottamassa graafisia töitä ja pakkausmateriaaleja.

Canonin kumppanin, robotisaatioasiantuntija Rolan Roboticsin integroima robotti asettelee materiaalit tarkasti tyhjälle tasolle tulostusta varten. Tämän jälkeen Océ Arizona saa automaattisesti käskyn aloittaa tulostaminen. Mikäli tuloste on kaksipuolinen, robotti palauttaa tulostusmateriaalin kääntöasemalle ja asettelee sen sitten uudestaan tasolle. Rolan Roboticsin kehittämä älykäs käyttöliittymä mahdollistaa eri laitteiden saumattoman synkronoinnin keskenään.

Robotilla on tekniset mahdollisuudet käsitellä laaja valikoima erilaisia materiaaleja, joita Océ Arizona -tasotulostimilla yleensä tulostetaan, kuten puolikovia kuitulevyjä, alumiinikomposiittia ja akryyliä sekä haastavampia kovia alustoja, kuten puuta ja lasia. Asiakkaille, jotka tuottavat huomattavia määriä erilaisia tulostussovelluksia, robotisoitu ratkaisu voi tuoda kustannustehokkaan tavan vauhdittaa ja yhtenäistää tuotantoa.

Van Vliet Printingin omistaja **Daniel Van Vliet** kertoo robotisaation vaikutuksista yritykseensä: ”Kysynnän kasvaessa aloimme etsiä automaatoratkaisuja parantaaksemme jo olemassa olevien laitteidemme tuotantokapasiteettia. Yhteistyössä **Rolan Roboticsin** ja Canonin kanssa saimme rakennettua ratkaisun, joka auttoi tekemään automaatio-suunnitelmistamme totta. Robotisoidun tulosta- ja leikkaa ratkaisun avulla voimme tulostaa ja viimeistellä päivin ja öin, mikä normaaliin kahdeksan tunnin työpäivään verrattuna kolminkertaistaa tuotantokapasiteettimme. Näemme suunnattomasti potentiaalia robotisoitujen teknologiaratkaisujen hyödyntämisessä.”

Ratkaisu kohopintatulostukseen

Uusi ratkaisu tarjoaa suurkuvatulostuspalvelujen tarjoajille, kylttien tekijöille ja sisustusalan ammattilaisille mahdollisuuden käyttää Océ Arizona -tasotulostinta kerrostulostamiseen, luoden kohotetun pinnan antamaan lopputuloksena mm. kuvioituja pintoja, kohokuvia, metallisävyjä ja kohotettuja kirjaimia tulosteissa.

Océ Touchstonea voidaan käyttää näyttävien kohopintarakenteiden luomiseen sekä ulko- että sisätilojen sisustuksessa esimerkiksi kivi-, tiili-, puu- ja sisustuslaatoille kohotettuja efektejä luomalla. Kylttien valmistajat voivat käyttää teknologiaa käytännöllisempien sovellusten, kuten pistekirjoituksen tuottamiseen, tai tulostaa kohokirjaimia muista esteettisistä syistä.

”Kunnillessamme asiakkaitamme ymmärsimme, että monilla on tarve innovoida uudenlaisia lopputuotteita lisäämällä niihin teksturoituja pintoja. Tähän asti olemme joutuneet kokeilemaan paljon, ja tulokset ovat olleet vaihtelevia. Uskomme, että Océ Touchstone -tulostimen uskomaton kyky toistaa värejä sekä tulostaa tarkasti ja jatkuvasti korkealaatuisia kohotulosteita on täysin ylivoimainen”, sanoo **Wouter Derichs**, Canon Eurooppa.

Lisätietoja: www.canon.fi

3D-tulostussovelluksilla helpotusta niin sveitsiläiskaartilaisen kuin rallikuskin arkeen

HP esitteli uusien HP Jet Fusion 3D -tulostimien mahdollistamia käänteentekeviä sovellutuksia Innovation Summit -tapahtumassa Barcelonassa. Jo toisen kerran järjes-



Van Vliet Printingin tasotulostustuotannossaan käyttämä automaattoratkaisu.

tettävän Innovation Summitin teemat tänä vuonna olivat 3D-tulostaminen ja immerstiivinen tietotekniikka.

Paavin ja Vatikaanin turvallisuudesta huolehtivan sveitsiläiskaartin jäsenet sonnustautuvat jatkossakin renessanssiunivormuihinsa, mutta kypärät ovat tästä lähtien entistä kevyemmät uuden, HP Multi Jet Fusion -3D-tulostimilla toteute-

tun valmistusmenetelmän ansiosta.

Belgialainen ZiggZagg valmisti eräälle Belcar Endurance Champion -ralliin osallistuvalla tiimillä auton moottorin jakoputken yhtenä kappaleena tulostamalla sen HP Multi Jet Fusion -printterillä. Aiemmin kahdesta osasta yhteenhitsattu putki rikkoutui usein ajon aikana johtaen keskeytyksiin, mutta uuden osan saatuaan

tiimi sijoittui viiden parhaan joukkoon.

HP Jet Fusion 3D -printtereihin päivittänyt Protolabs loi Pepsille valtavaa huomiota saaneet Black Panther -naamiot, jotka koristivat yhdysvaltalaisille somevaikuttajille jaettuina juomapakkauksia Black Panther -elokuvan ensi-illan yhteydessä.

Protolabs valmisti myös Stream Lion Designille prototyypin uudesta ammatikäyttöön sopivasta vasarasta. HP Jet Fusionin ansiosta yhteistyö ei jäänyt vain prototyyppiin, vaan Stream Lion Design totesi vasaran valmistamisen olevan kannattavinta 3D-tulostamalla.

Immersiivinen tietotekniikka ja 3D-tulostaminen ovat mahdollistaneet Superfootille ja Brooksille räätälöityjen juoksukenkien tarjoamisen asiakkailleen. Käyttämällä HP Fit Stationia saa asiakkaan jalat skannattua ja kengät tai pohjalliset tulostettua yksittäisesti asiakkaan mukaan.

Lisätietoja: www.hp.fi



Immersiivinen tietotekniikka ja 3D-tulostaminen ovat mahdollistaneet Superfootille ja Brooksille räätälöityjen juoksukenkien tarjoamisen asiakkailleen.



Jukka Salovaara
PDM Preacher

35 vuotta digitalisaatiota tuotetiedonhallinnan näkökulmasta

Aloittaessani opiskeluni silloisessa TTKK:ssa 1978, taloon oli saatu ensimmäiset näyttöpäätteet, joita kuitenkin oli kaiken kaikkiaan 2 kpl opiskelijoiden käytössä. Tästä seurasi tietysti se, että 1 vuosikurssin opiskelijat tekivät ohjelmointitekniikan harjoitustyöt Teletypellä, jossa virhelyöntien korjaus oli todella tuskallista. Koodirivit lävistettiin reikäkortiksi ja vietiin eräajoon. Seuraavana päivänä parhaimmillaan päästiin toteamaan, että toimiko koodi. Silloin päätin, että kun saan nämä pakolliset harjoitustyöt tehtyä, niin ei enää tietotekniikkaa, kiitos.

Herätys

No ehkä onneksi tuli opiskeltua kaikkea muuta, kuten hydraulikkaa ja automatiikka sekä konepajatekniikkaa. Kun sitten dippatyön kautta 1983 ajauduin hydraulikkalan konepajaan töihin, elettiin aikaa, jolloin tietotekniikkaa alkoi valua pienempiinkin yrityksiin. Ensin taloushallintoon, sitten valmistuksen ohjaukseen, ja varsinainen digitalisaation ensimmäinen aalto koettiin, kun piirustuslautoja alettiin korvaamaan CAD-järjestelmillä. Oli aika luonnollista, että vasta valmistuneet dippainssit laitettiin vetämään erilaisia ATK-projekteja. Niihin minäkin jouduin, vaikka olin

jotain muuta vannonut. Ja oman uran kannalta oli pakko näyttellä, että jotain näistä asioista tiesin.

Ensimmäisenä hommana piti luoda yritykselle nimikkeistö, jotta olisi jotain mitä MRP-järjestelmässä voitaisiin pyörittää. Tästä oikeastaan heräsi nimikeuskovaisuuteni, joka ei ole 35 vuoden aikana horjunut.

Digitalisaation 3 aaltoa

Urani aikana olen kokenyt tuotetiedon digitalisaation 3 aaltoa:

Ensimmäinen vaihe oli kuumimmillaan 80/90-luvun taitteessa, jolloin piirustuslaudat siirrettiin ryminällä pois CAD-järjestelmien tieltä. Tämä oli siis digitointia mutta digitalisaatiosta voidaan puhua, koska disruptio synnytti kokonaan uuden liiketoimintaympäristön. Ennen piirustuskonttoria dominoi Wulff ja Esselte, nyt siellä alkoi näkymään kahvimukeja, joissa oli sellaisia logoja kuin Autodesk, Hewlett Packard, Vertex, Computervision, Integraph. Uusia yrityksiä syntyi kuin sieniä sateella, jotka myivät paitsi CAD-ohjelmistoja, niin ennen kaikkea tehokkaita työasemia, digitointipöytiä (joita muuten kutsuttiin tableteiksi), isoja kuvaputkinäyttöjä ja A1/A0-kokoisia kynäpiirtureita. Katteet olivat nykymaailmaan verrattuna uskomattomia, ja hyvät myyjät tekivät tosi kovaa tiliä.

Toinen aalto kehittyi 90-luvun loppupuolella, kun Windows työasemat alkoivat syrjäyttämään UNIX-työasemat. Windows työasemien myötä suunnittelijat saattoivat samalla tuottaa paljon muutakin tuotetiedonhallintaa kuin pelkästään CAD/CAM-ohjelmistojen pyörittämiseen tarkoitettuilla UNIX-työasemilla. Tarvittiin jotain järjestelmää, joka kokoisi kaikki tuotetiedonhallinnan dokumentit ja tuoterakenteet yhteen – syntyi PDM-markkina.

PDM – tai sen *facelift* evoluutio PLM – loi jo pohjan digitalisaation seuraavaan aaltoon, jossa tuotetiedon kokonaisvaltaisella tietämyksellä voitiin luoda uudentyyppistä *after sales* liiketoimintaa. Parhaimmillaan voitiin tietää tarkasti mistä yksittäisistä sarjanumeroseurattavista komponenteista tietty laite oli valmistettu ja huoltotilanteessa saatiin heti oikeat huoltodokumentit käyttöön. Tässä kohtaa alkoi Postin alamäki, koska vääriä osia ei enää lähetelty edestakaisin toimittajan ja asiakkaan välillä.

Nyt eletään kolmannen digitalisaatioaalton alkumetrejä. Internet on muuttunut osaksi yhteiskunnan perusinfraa, kuten maantiet aikoinaan ja se mahdollistaa kaikenlaisen sähköisen kommunikaation ja yksilöllisen asiakaskokemuksen luomisen, josta on nyt tullut yritysten erottautumistekijä. Tuotetiedon saatavuus on oletusarvo ja ostopäätöksiä tehdään erilaisten vertailukoneiden avulla. Jos et pysty tuottamaan selkeää ja ymmärrettävää tietoa tuotteestasi erilaisten hakukoneiden käyttöön, olet busineksessä ulkona. Robotit hoitavat pörssikurssit ja hakukoneet optimoivat sinulle tarjottavan tiedon. Tekoäly, virtuaalitodellisuus, teleporttaalit (no ehkä ei vielä), hologrammit, lisätty todellisuus, 3D tulostus... Uskon, että olemme nähneet vasta ihan pienen murusen siitä, mihin maailma on muuttumassa tietotekniikan avulla.

Henkilökohtaisesti olenkin sitä mieltä, että 35 vuotta historiaa on jo niin paljon, että se estää kreatiivisen tulevaisuuden suunnittelun. Tästä syystä ajattelin, että nyt on hyvä hetki jättää tuotetiedon saarnaamisen kapula nuoremmille ja vetäytyä eläkkeelle.

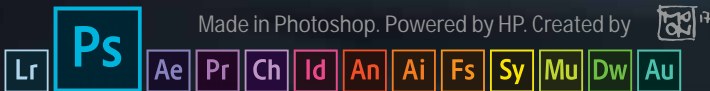
PDM Preacher vaikenee – tai ainakin hiljenee... ■



HP suosittelee Windows 10 Pro käyttöjärjestelmää.

HP ZBook x2

Ota Adobe® Creative Cloud®:n tehosta kaikki irti



Made in Photoshop. Powered by HP. Created by

RAJATONTA LUOVUUTTA USKOMATTOMALLA TEHOLLA

Työstä helposti korkean kuvatarkeyden tiedostoja ja vaihda sovellusten, kuten Adobe® Photoshopin ja Illustratorin, välillä. Luo uutta vaivattomasti neliytimisillä Intel® Core™ -prosessoreilla, kaksinkertaisella muistilla muihin HP:n hybridi-PC:ihin verrattuna ja NVIDIA® 3D -näyttöohjaimella.

MONITILAINEN. HUIPPUMONIPUOLINEN.

Irrrottavan Bluetooth®-näppäimistön ansiosta voit vaihtaa kannettavatilasta tablettitilaan heti, kun inspiraatio iskee. Mukautettavat HP Quick Keys -näppäimet tarjoavat 18 aikaa säästävää pikavalintaa Adobe®-lempisovelluksissasi.

LUO UUTTA

Luo ilman keskeytyksiä kynällä, jota ei tarvitse koskaan ladata. Se reagoi kätesi pienimpäänkin liikkeeseen – sen takaavat 4 096 painoherkkyystasoa ja luonnolliset kallistusominaisuudet.



hp.com/go/ZBookx2



Tietoa ja oikeita tekoja



© Copyright 2018 HP Development Company, L.P. Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, Intel Logo, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, Intel Inside Logo, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, Xeon Inside, and Intel Optane are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the U.S. and/or other countries.

[1] Kaikki ominaisuudet eivät ole käytettävissä kaikissa Windows-julkaisuissa tai -versioissa. Järjestelmä saattaa edellyttää uusien tai entistä tehokkaampien laitteiden hankkimista, ohjaimia ja/tai ohjelmia, jotta kaikkia Windows-käyttöjärjestelmän toimintoja voitaisiin hyödyntää. Windows 10 päivitetään automaattisesti, ja tämä asetus on aina käytössä. Internet-palveluntarjoajan maksuja saatetaan soveltaa ja uusia vaatimuksia saatetaan ottaa ajan myötä käyttöön päivityksiä varten. Lisätietoja on osoitteessa <http://www.windows.com>. [2] Hankittava erikseen tai lisälaitteena. [3] MIL-STD-810G -luokituksen testaus on meneillään. Testeillä ei pyritä osoittamaan, että laitteet täyttävät Yhdysvaltain puolustusvoimien sopimusvaatimukset tai ovat sopivia sotilaskäyttöön. Testitulokset eivät takaa, että laitteet toimivat jatkossa näissä olosuhteissa. Suojaus vahingoilta edellyttää valinnaista HP Accidental Damage Protection Care Pack -vahinkosuojauspalvelua.

Vertex-ohjelmistot

ovat 40-vuotisen kehitystyön tulosta
ja niillä on 18 000 käyttäjää 37 maassa.

Tamperelainen **Vertex Systems Oy** on maailmanlaajuisesti tunnettu ja arvostettu suunnittelun ja tiedonhallinnan ohjelmistoratkaisujen toimittaja teollisuudelle.

Vertexin vahvuus on rakentunut oman tuotekehityksen huippuosaajien kykyyn yhdistää vankka eri toimialojen tuntemus sekä pitkäaikainen, tiivis yhteistyö asiakkaidemme kanssa.

