

# AUTOMAATIONVÄYLÄ

06/2021

TEEMA

YHTEISTYÖROBOTIIKKA



---

## Tulevaisuus on yhteistyötä.

Yhteistyörobottien määrä moninkertaistuu lähitulevaisuudessa. ABB:n yhteistyörobotit tarjoavat kustannustehokasta, joustavaa ja turvallista työskentelyä yhdessä ihmisen rinnalla. Yhteistyörobotit ja kaikki muut teollisuusrobottiratkaisut löydät yhdestä osoitteesta: [abb.fi/robotics](https://abb.fi/robotics)



# Teknisen tuen palvelupaketit

Asiantuntijatuki jopa 2 tunnin vasteajalla



Tarjoamme instrumentoinnin tukea kolmena eri tukipakettina, Essentials-, Standard- ja Plus-paketteina, jotka on rakennettu pitämään instrumentit toiminnassa optimaalisella suorituskyvyllä. Tutustu vaihtoehtoihin ja valitse tilanteeseesi parhaiten sopiva Instrumentation Support -palvelupaketti. [www.fi.endress.com](http://www.fi.endress.com)

	ESSENTIAL	STANDARD	PLUS
Pääsy verkossa Endress+Hauserin tietokantaan	Kyllä	Laajennettu	Laajennettu
Tukipyynnöt verkossa & puhelimitse	✓	✓	✓
Teknisen tuen saatavuus	8/5	8/5	8/5
Vasteaika		4 tuntia	2 tuntia
Visual Support tuki (videon välityksellä)		✓	✓
Etätuki näytönjaon avulla			✓
Hinta	Ilmainen	Pyydä tarjous	Pyydä tarjous



Haluatko tietää lisää?  
<https://eh.digital/3Fm9ePI>

Endress + Hauser

People for Process Automation

## SISÄLLYSLUETTELO

Teema:



Yhteistyörobotiikka



## Autoalan ohjelmistokehitys 8

Digitalisaatio on käyttövoimamurroksen rinnalla toinen autoalaa voimakkaasti muuttava tekijä. Molemmilla aloilla ollaan vasta muutoksen alussa.



### Piensarjatuotannon tulevaisuus 12

Itsenäiset mobiilirobotitratkaisut uudistavat sisälogistiikkaa, ja tulevaisuudessa sovellutukset laajenevat koko tuotantoketjuun.



### LIITE: Robotiikkatilastot 2020 20

Kansainvälinen robotiikkajärjestö IFR on juuri julkaissut vuoden 2020 robottien käyttöä koskevat tilastonsa.

### LISÄKSI TÄSSÄ NUMEROSSA

Päätoimittajalta	4	Digitaalinen kaksonen robotijärjestelmissä	36
Pääkirjoitus	6	MURO-operaattorimalli mullistaa	38
Akkuteollisuudella maailmankartalle	14	Automaatioalan vaikuttaja Jari Saarinen	40
Kokoonpanosovellus automatisoitu cobotilla	16	Uutisväylä	42
Robotit eivät ratkaise tuotannon ongelmia	21	Järjestösviivut: SAS	48
Robottimarkkinat 2020	22	Järjestösviivut: SMSY	49
Robotit näkevät enemmän	26	Järjestösviivut: Robotiikkayhdistys	50
Virtuaalinen käyttöönnotto	28	Pakina	51
Cobotti tehostaa tuotantoa	32		

TÄMÄN LEHDEN ASIAANTUNTIJAT



**Juhani Lempiäinen**  
on Deltatron Oy:n toimitusjohtaja.  
Juttu sivulla 22



**Mikko Ukkonen**  
on Fastems Oy:n robotikkasovelluskehittäjä.  
Juttu sivulla 36



**Taru Hakanen**  
on VTT:n Research Team Leader.  
Juttu sivulla 38



## Hyvin menee, jos annetaan

Tässä numerossa kerrotaan robotiikan ilosanomaa useammankin artikkelin voimin. Lehden teema – yhteistyörobotiikka – on päivän sana, vaikka se ei vielä kovin monen meistä arjessa näy. **Juhani Lempiäisen** katsaus kansainvälisen robotiikkajärjestö IFR:n vuosittain julkaisemiin tilastoihin (s. 22) ei taaskaan imartele suomalaisia, joskaan emme ole pahn-pohjimmaisista. Robottien käyttöönotossa ja lukumäärässä laahaamme vielä kaukana kilpailijoiden perässä. Suurin kivi kengässä on koronapandemian kärjistämä varovaisuus investoinneissa. Tästä huolimatta tunnelin päässä on valo – konepajoilla menee hyvin ja akku-teollisuus on tuloillaan, kuten sivun 14 jutussa kerrotaan.



”Pienellä tuella ja rohkaisulla valtiolta voisi edesauttaa teknologista siirtymää”

**Mobiilirobotiikka** on tulossa kaikenlaiseen piensarjatuotantoon, erityisesti konepajoihin kovaa vauhtia. Yksiköt ovat kuitenkin edelleen verraten kalliita investointeja, joka saa monen pienemmän yrittäjän epäilemään. Pienellä tuella ja rohkaisulla valtiolta voisi edesauttaa tätäkin teknologista siirtymää, joka on tähänastisten kokemusten mukaan yksi nopeimmin konepajojen ja muiden piensarjatuotantoa tekevien yritysten kilpailukykyä parantava yksittäinen tekijä.

**Yhteistyörobotiikka** tarkoittaa ihmisen ja robotin yhteistyötä. Perinteisen koneistus- ja kokoonpanoteollisuuden lisäksi tulee hakematta mieleen terveydenhoito, jossa cobotilla olisi varmasti annettavaa esimerkiksi sairaanhoitajan työparina hoivakodissa. Teknisesti tämä olisi mahdollista jo tänä päivänä, mutta lainsäädäntö ja standardit eivät ole vielä ajan tasalla. Sama vaivaa on myös muilla aloilla. Autonomisten ajoneuvojen osalta **Jari Saarinen** toteaa sivulla 40 alkavassa jutussa, että ’elämme aikaa, jossa teknologiset mahdollisuudet ylittävät olemassa olevat säädökset’.

**Kaikesta** huolimatta tulevaisuus tuo varmasti mukanaan jännittäviä uusia ratkaisuja ja sovelluksia, kunhan vaan pidämme huolen siitä, että toimintaympäristömme tarjoaa myös jatkossa edellytykset kasvaa ja kehittyä. Hyvin menee, jos annetaan.

**Otto Aalto**  
Päätoimittaja

### AUTOMAATIOVÄYLÄ

6/2021 JOULUKUU  
YHTEISTYÖROBOTIIKKA

#### Painos

3 300

6 numeroa vuodessa  
37. vuosikerta

#### Päätoimittaja

Otto Aalto

Puh. 0400 704927

otto.aalto@automaatiovayla.fi

Viestintäluotsi Oy

#### Tiedotteet yms.

toimitus@automaatiovayla.fi

#### Tilaukset ja osoitteenmuutokset

Automaatiovayla Oy

Asemapäällikönkatu 12 B

00520 Helsinki

www.automaatiovayla.fi

Puh. 050 400 6624

office@automaatioseura.fi

#### Ilmoitukset

Bouser Oy

Jukka Tiainen, puh. 0400 444 435

jukka.tiainen@bouser.fi

Jouni Kohonen, puh. 040 500 9929

jouni.kohonen@bouser.fi

#### Toimitusneuvosto

Pasi Haravuori

Timo Harju

Juhani Lempiäinen

Arto Mettälä

Matti Paljakka

Ville Paso

Ilari Tervakangas

Osmo Vainio

#### Julkaisijajärjestöt

Suomen Automaatioseura ry

www.automaatioseura.fi

Suomen Mittaus- ja

Säätöteknillinen Yhdistys ry

www.smsy.fi/cms

#### Kustantaja

Automaatiovayla Oy

ISSN 0784 6428

#### Tilauhinnat

Vuosikerta 90,00 €

Irtonumero 14,30 €

#### Tilaukset ja ilmoitustilavaraukset

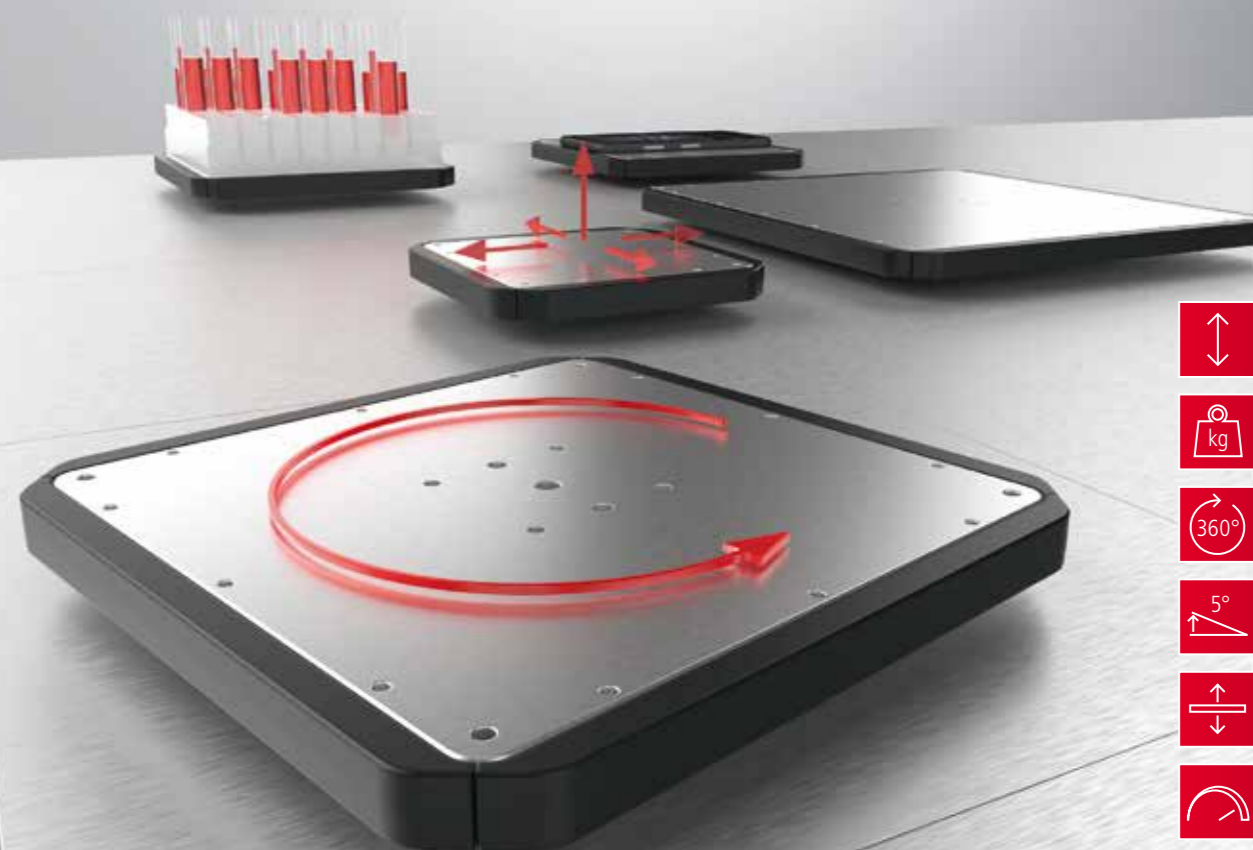
www.automaatiovayla.fi

#### Paino PunaMusta, Forssa

Aikakausmedia ry:n jäsen

# XPlanar®: leijuva, kosketukseton, älykäs!

Kappaleensiirtoa vapaasti kuudessa vapausasteessa



	Leijuvat yksiköt
	Joustava kuormankanto
	360° kierto
	Kallistus 5° asti
	Nosto 5 mm asti
	Liikenopeus aina 2 m/s asti

## www.beckhoff.com/xplanar

XPlanar luo täysin uusia ulottuvuuksia kappaleenkäsittelytehtäviin: Planar-moduleista voidaan muodostaa alusta aina tarpeen mukaisesti ja alustan päällä leijuvien liikeyksiköiden liikeradat ovat vapaasti ohjelmoitavissa.

- Kappaleensiirtoa 2 m/s nopeudella.
- Paikan- ja liikkeenhallinta kuudessa vapausasteessa.
- Kaikki ohjaus ja hallinta keskitetyksi yhdessä järjestelmässä.
- Ei kuluvia osia, helppo puhdistaa, täyttää hygieniavaatimukset.
- Rääätälöidyt konelayoutit mahdollisia vapaasti rakennettavan alustan ansiosta.
- Liikeyksiköitä on mahdollista ohjata yhdessä tai erikseen.
- Täysin integroitu Beckhoffin PC-pohjaiseen ohjausjärjestelmään (TwinCAT, PLC IEC 61131, liikkeenohjaus, mittaus, koneoppiminen, konenäkö, kommunikointi, HMI).
- Soveltuu kaikille toimialoille: kokoonpano, elintarvike, pakkaus, lääketeollisuus, laboratoriot, viihdeteollisuus...



# Osaamista on, kysyntää tarvitaan

**V**altioneuvoston Tuottavuuslautakunnan mukaan osasy Suomen verrokkimaita alempaan tuottavuuteen ja huonompaan tuottavuuden kehitykseen on voimavarojen ja työn huonompi kohdentuminen korkean tuottavuuden toimipaikkoihin: tuottavimmat yritykset ovat kansantalouden kannalta liian pieniä ja työvoimaa on siirtynyt pois hyvin tuottavista toimipaikoista huonommin tuottaviin. Meillä on myös liian vähän korkean jalostusasteen tuotantoa verrattuna muihin eurooppalaisiin maihin.

**Vauhdittaakseen** tuottavuuden nousua, elinkeinoministeri **Mika Lintilä** asetti 13.11.2020 **Jussi Herlinin** johtaman ohjausryhmän valmistelemaan Suomelle toimenpideohjelmaa, jotta tuottavuus saadaan nousemaan läpi toimialojen. Toimenpideohjelma sai asettamisen yhteydessä nimekseen Tekoäly 4.0, ja nimensä mukaisesti se keskittyy erityisesti tekoälyn käyttöönoton vauhdittamiseen ja edistämään niin sanottua neljättä teollista vallankumousta. Ohjelmassa erityisesti vihreä siirtymä ja vihreän digitalisaation tavoitteet ja konkreettiset toimenpiteet ovat olleet kehityksen kohteena. Haasteena on toki määrittellä mitä on vihreä teknologia

ja digitalisaatio, ja kuinka näitä pitäisi mitata, ettei sorruttaisi viherpesuun kehittämisen ja kehittymisen sijaa.

**Samaan** aikaan eurooppalaista osaamista mittaava DESI-mittaristo nostaa suomalaisen osaamisen varsin korkeille sijoille. Yleisessä indeksissä, joka mittaa yhteiskunnan digitaalisuutta, teknologian käyttöä ja siihen liittyvää osaamista Suomi on edelleen kärjessä. Professio julkisti taannoin raportin asiakaskuntansa, erityisesti johdon ja keskijohdon, näkemyksistä tuleviin kehityskeliin. Heidän tuottaman kyselyn pohjalta 30 % vastaajista kertoi yrityksensä nostaneen kehitysbudjettia hieman tai merkittävästi vastatakseen mm. pandemian mukanaan tuomiin haasteisiin. Kokonaisuudessaan kyselyyn vastaajista 87 % oli investoimassa tekoälyyn ja robotiikkaan.

**Voidaanko** siis todeta, että hyvällä mielikuvituksella ja sopivalla määrällä tavoitteellisuutta varustetuille suunnittelijoille ja kehittäjille on erittäin kova kysyntä tulevaisuudessa?

#### **Minna Lanz**

Automaatio- ja konetekniikan professori, Tampereen yliopisto



**”Toimenpideohjelma  
sai nimekseen  
Tekoäly 4.0”**



## Kapeat peruskytkimet teollisuuden Ethernetin verkottamiseen

Edut

- erittäin kompakti rakenne
- 10/100/1000 Mbps-tason tiedonsiirtonopeudet
- parannettu tietoliikenteen priorisointi automaatioprotokollia varten
- PTCP-suodatin varmistaa luotettavan tiedonsiirron PROFINET-verkoissa
- jumbo frame -tuella varustetut gigabit-versiot suuriin siirtonopeuksiin
- myös MM- ja SM-kuituporteilla ST-, SC- ja SFP-liittynöillä.

Tavoitteemme on olla pitkäaikainen kumppanisi, joka hallitsee teollisuuden digitalisaation haasteet.

Lisätietoa (09) 350 9020, myynti@phoenixcontact.com tai [https://phoe.co/kytkimet\\_1000](https://phoe.co/kytkimet_1000)



Tilaa ilmainen FL SWITCH 1005N -mallikappale QR-koodilla.





Lähivuosina autoalalle syntyy erilaisia alustoja, joille voidaan luoda digitalisaation avulla monenlaisia palveluja. Palvelut puolestaan tarvitsevat ohjelmistoja, sanoo Oulun yliopiston autoalan liiketoiminnan professori Jouni Juntunen.



# Softaa neljällä pyörällä

Autoalan ohjelmistojen ympärillä on samanlaista kuhinaa kuin akkuklusterin, IoT:n tai aikanaan WAPin ympärillä oli. Suomessa alan yrityksiä on pitkälti toista sataa.

TEKSTI **JUKKA NORTIO** KUVAT **SENSIBLE4 OY, OTTO AALTO**

**K**un pikkubussi GACHA kaarteli maaliskuussa 2019 Helsingissä lumisen keskustakirjasto Oodin pihamaalla, herätti se ansaittua ihastusta. Japanilaisen Mujin sympattisesti muotoilema ja suomalaisen Sensible 4:n ohjelmistolla varustettu autonominen ajoneuvo on yksi esimerkki siitä, mihin Sensible 4 ohjelmistoratkaisuillaan tähtää.

Yritys on erikoistunut lähikuljetuspalvelujen eli niin sanotun viimeisen mailin kuljetuspalvelujen automatisointiin. Ajatuksena on lisensoida ohjelmistoa ajoneuvovalmistajille, jotka räätälöivät sen ajoneuvoihinsa.

## Ratikka, ei taksi

Sensible 4:n ratkaisu eroaa robottitaksista siinä, että se liikuttaa ajoneuvoa ennalta määritellyllä reitillä. Jos siellä tulee yllätyksiä, järjestelmä osaa tehdä päätöksiä tai kysyä apuja valvomosta.

Robottitaksi ajaa jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä, jossa se havainnoi antureilla, lasertutkilla ja muilla havaintovälineillä ympäristöään ja

tekee näiden havaintojen sekä aiemmin oppimansa tiedon perusteella reaaliaikaisia itsenäisiä päätöksiä liikkeistään.

”Määrittelemme kartat, reitti ja riskianalyysit reitille. Nämä kaikki tulevat esiohjelmoituina ominaisuuksina järjestelmään. Riskianalyysillä olemme määritelleet reitit, mihin järjestelmämme sopii ja minne ei”, Sensible 4:n perustajaosakas ja teknologiajohtaja **Jari Saarinen** sanoo.

Sensible 4:n järjestelmä erottuu markkinoilla siinä, että sen järjestelmä soveltuu myös ääriolosuhteisiin kuten pohjoismaiseen talveen.

## Syvällinen muutos

”Digitalisaatio on käyttövoimamurroksen rinnalla toinen autoalaa voimakkaasti muuttava tekijä. Molemmilla aloilla ollaan vasta muutoksen alussa”, **Juho Partanen** sanoo. Hän tehnyt pitkään töitä auto- ja ajoneuvotekniikan alihankintaverkoston parissa.

Ajoneuvojen sähköistyminen vauhdittaa voimakkaasti niiden digitalisaatiota. Sähköisistä ajoneuvoista saadaan reaaliaikaisesti runsaasti sensorida-

taa. Mitä tällä datalla tehdään, on Partasen mukaan autoalan digitalisaatiota ohjaava iso kysymys.

”Käytetäänkö dataa pelkästään auton omaan käyttöön kuten energiatehokkuuden parantamiseen vai hyödynnetäänkö dataa erilaisissa palveluissa”, Partanen kysyy.



Sensible 4:n Jari Saarinen



## ”Autojen digitalisaatio vaikuttaa syvästi alaan”

Uusia palveluja pohdittaessa voi vertailukohdan ottaa teollisuudesta tai lentokoneista: kun nähdään auton käyttöaste, tehonkulutus ja muut suureet reaaliaikaisesti ja tämä tieto yhdistetään historiatietoon sekä saman automerkin big dataan, voidaan niiden perusteella suunnitella esimerkiksi ennakkoiva huolto.

Autojen digitalisaatio vaikuttaa syvästi alaan.

”Lähivuosina määritellään, mikä auto loppujen lopuksi on. Onko se kolmipyöräisen sähköavusteisen polkupyörän ja pienen auton risteytys vai jättikokoinen rekka, jossa on valtavamäärä akseleita? Syntyy erilaisia alustoja, joille voidaan luoda digitalisaation avulla

monenlaisia palveluja. Palvelut puolestaan tarvitsevat ohjelmistoja”, Oulun yliopiston autoalan liiketoiminnan professori **Jouni Juntunen** sanoo. Hän on perehtynyt muun muassa siihen, mikälaista liiketoimintapotentiaalia suomalaisilla auto-ohjelmistoyrityksillä maailmalla on nyt ja lähivuosina.

Autojen muutos on Juntusen mukaan samanlainen kuin lankapuhelimen kehittyminen kännykäksi. Puhelimella ennen vain puhuttiin, mutta nyt kännykällä voi soittamisen lisäksi tehdä paljon muuta. Samalla tavalla autolla voi digitalisaation myötä tehdä paljon muutakin kuin ajaa.

### Ajoissa markkinoilla

Markkinoilla erottautuminen vaatii Saarisen mukaan jatkuvaa asiakastarpeiden kuuntelemista ja järjestelmän kehittämistä niiden mukaan. Menestysreseptin toinen tärkeä osa on olla ajoissa markkinoilla.

”Meillä on asiakkaita, jotka haluavat kehittää lähikuljetuspalvelua. Heillä

ei kuitenkaan ole sopivaa ajoneuvoa, johon voisi asentaa automaatiojärjestelmän. Voimme osana hanketta muuntaa heidän ajoneuvonsa tälle järjestelmälle sopivaksi”, Saarinen sanoo.

Osa ajoneuvovalmistajista suunnittelee itse tähän tarkoitukseen sopivat ajoneuvot.

”Osa ajoneuvovalmistajista kehittää monikäyttöistä alustaa, joka voi olla joko kuskin kanssa tai kuskiton riippuen heidän asiakkaidensa tarpeista”, Saarinen sanoo.

### Tarkat laatustandardit

Alalla pärjääminen vaatii autoalan laatu- ja järjestelmän tarkkaa noudattamista. Uusilta toimijoilta edellytetään aivan samanlaisia tuotannon laatuprosesseja kuin pitkäaikaisilta osatoimittajilta.

”Autoalalla vahva laatu- ja järjestelmien kehittäminen on tärkeä osa. Meitä koskee level 3:lla eniten ISO 26262. Kaikki pitää olla vaatimusten ja testien osalta standardien

mukaista sekä liitettävissä kokonaisuuteen”, Saarinen sanoo.

Kun laatu on kunnossa, autovalmistajat asettavat ominaisuusvaatimukset ja aikataulun: mitä he tarvitsevat, milloin pitäisi olla valmiita ja milloin järjestelmät implementoidaan uusiin ajoneuvoihin.

Autoalan standardointi on edennyt osittain muun muassa kommunikaatio- ja järjestelmien osalta. Kehitysvauhti on autoalan ohjelmistoissa kuitenkin sen verran nopea, etteivät perinteiset standardikomponentit riitä.

Hyvä esimerkki ovat ympäristön havainnointia tekevät anturit, jotka tulevat tunnetuilta valmistajilta, mutta niillä ei ole autoalan luokitusta tai standardia. Näissä tapauksissa Sensible 4 tekee lähes aina integraation, jos anturi joudutaan vaihtamaan kahden eri valmistajan välillä.

Kotimainen autoteollisuus tarvitaan. Samalla kun alan osaajille kysyntää ja alan yritykset ovat hyvässä vauhdissa, on yksi ongelma ylitse muiden: oman autoteollisuuden puute.

”Meillä ei kouluteta autoalalle erikoistuneita ohjelmistokehityksinsinöörejä eikä heitä siksi ole markkinoilla. Siksi heitä rekrytoidaan koko ajan kansainvälisesti. Meilläkin on 20 kansallisuudesta henkilöstöstä”, Saarinen sanoo.

Vaikka Suomessa ei ole autovalmistajaa, hyötyajoneuvoja ja Valmet Automotiven alihankintaa lukuun ottamatta, on Oulussa onnistuttu luomaan yli sadan yrityksen BusinessOulun Automotive Cluster. Se tuottaa sovelluksia autoalan yrityksille. Syksyn 2021 aikana Oulun yliopiston tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta valmisti auton, joka on testipenkinä erilaisille sovelluksille.

Volvo ja sen kiinalaisosastaja Geely luovat Ruotsiin vahvaa ekosysteemiä. Alan alihankintaverkosto voi hyvin ja kehittyy. Sieltä läikkyä hyvää myös Oulussa toimiville yrityksille. Esimerkiksi tästä on Geelyn kehitysyksikkö CEVT (China Euro Vehicle Technology AB) ja BusinessOulun Automotive Clusterin keväällä 2021 alkanut yhteistyö.

Autojen kommunikaatio autonomisessa liikenteessä ja siihen liitty-

vät sovellukset on alue, jossa Juntunen näkee Suomen kilpailuedun.

”Tärkeintä on saada maahan omaa erilaisten mobiilien ohjelmistoalustojen valmistusta, jotta voimme itse rakentaa uudenlaisiin kuljetusvälineisiin niitä ohjelmistoja, joita näemme tarpeelliseksi. Tällöin voisimme nähdä laajasti ja tehdä rohkeasti uudenlaisia skaalautuvia digitaalisia ja logistisia palveluja.”

Entä mille alalle suomalaisten auto-ohjelmistoyritysten kannattaa erikoistua, kun resurssit on rajoitetusti?

”Laaja-alainen ajattelu kannattaa, sillä auto voi palvella monella tavalla. Vaikka isot autoalan yritykset palkkaavat tämän alan osaajia kovaa vauhtia, on markkinoilla jatkuvasti tilaa innovatiivisille ideoille”, Juntunen sanoo.

### Uusia palveluja jo nyt

Mercedes-Benzin modernin pakettiauton pilotti on oiva esimerkki autosta, jossa on uusia palveluja. Se on täynnä pieniä minirobotteja, jotka alkavat purkaa lastia esimerkiksi jonkin taloryh-

män pihalla ennalta määrättyihin osoiteisiin. Kun tavarat on purettu, minirobotit menevät takaisin autoon, joka ajaa automaattisesti jakelukeskukseen.

Jatkossa kaupat voivat käydä tarpeettomiksi, kun itsenäiset ajoneuvot tuovat tavarat ihmisten luokse samalla tavalla kuin vanhan ajan kauppa-autot.

”Tulevaisuudessa ei ole enää isoja busseja, jotka liikkuvat puolityhjinä vaan kuhunkin hetkeen optimoituja liikennettä on demand -periaatteella. Tällaisessa tilanteessa autojen ekosysteemin keskinäinen tietoliikenne on ensiarvoista”, Juntunen sanoo.

Kun autoissa on jo nyt paljon sensoreita, ne voivat toimia esimerkiksi yövahteina pihalla. Niillä voidaan viedä sähkö- ja tietoliikenneverkko mökille tai onnettomuuspaikalle.

”Autoalan yritysten ja tutkimuksen pitää olla autoalan kehityksen ja siihen liittyvien liiketoimintamahdollisuuksien kärjessä eikä niin, että tulemme perässä ja ostamme niitä muilta”, Juntunen muistuttaa.

## Oma kehitystä vai ekosysteemi?

**AUTOVALMISTAJISTA** moni ulkoistaa tyypillisesti muun muassa viihde-elektronikan ja navigoinnin kumppaneilleen ja käyttää niissä alan ulkopuolelta tulevia standardeja kuten Androidia. Osa ohjelmistoista pidetään tiukasti omassa hallussa ja niissä on valmistajakohtaiset taustajärjestelmät.

”Jos autot seuraavat kännyköitä, tulee niissäkin vallitseviksi ne ympäristöt, joihin voi tehdä vapaasti sovelluksia”, **Jouni Juntunen** sanoo.

Toisenlaista linjaa ajaa Tesla, joka tekee kaiken itse. Perusteetkin ovat selvät: kun kehitystyö tehdä firman sisällä, taataan auton eri järjestelmien välinen

kommunikointi parhaalla mahdollisella tavalla, uudet ominaisuudet saadaan nopeasti markkinoille ja tuotanto on tehokasta. Tällöin ei tarvita isoja ekosysteemejä, niihin liittyviä neuvotteluja ja jatkuvia sopimusneuvotteluja.

”Teslan kehitystapa tarjoaa varmasti ketteryyttä, mutta laajat ekosysteemit vastaavasti hintakilpailukykyä ja kustannustehokkuutta”, Juntunen sanoo.

Sensible 4:n tapauksessa markkinoiden kypsyyttä kuvaa hyvin se, että kaikilla suurilla ajoneuvovalmistajilla on ainakin näkemys, ellei jo konsepti ja tuotekehitys, omista autonomisista ajoneuvoistaan. Se, viedäänkö kehitystyötä

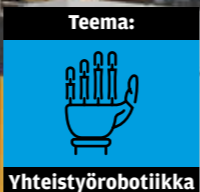
eteenpäin yksin vai laajan ekosysteemin kanssa vaihtelee melkoisesti.

Pääsääntö on se, että suurimmat autovalmistajat haluavat pitää kehittämissä ydinasiat omassa talossaan ja siksi ne palkkaavat alan osaajia kiihtyvällä tahdilla. Samalla myös toimintamallit kumppaneiden kanssa muuttuvat.

”Iso autovalmistaja halusi meiltä järjestelmän prototyypin, jota heidän oma tuotekehityksensä lähti viemään eteenpäin. Toisaalta on edelleen niitä valmistajia, jotka edelleen ostavat meiltä koko paketin”, **Jari Saarinen** sanoo.



ST-Koneistuksen Tommi Peltosen mukaan mobiilirobotiikka on yksi niistä keinoista, jolla Suomen kilpailukyky voidaan vahvistaa.



# Mobiilirobotiikka on piensarjatuotannon tulevaisuutta

Itsenäisten mobiilirobotitratkaisujen avulla voidaan kasvattaa piensarjatuotantoa tekevän teollisuuden tuottavuutta kustannustehokkaasti ja valmista infrastruktuuria vain kevyesti päivittämällä. AMR (Autonomous Mobile Robot) on jo raivannut tiensä perinteisen sisälogistiikan uudistajaksi, mutta tulevaisuudessa sen sovellutukset laajenevat koko tuotantoketjun mitalle.

TEKSTI JAAKKO SALMELA, JTA CONNECTION OY KUVAT TUOMAS PORKKALA

Suomen suurin vaativiin erikoissarjoihin erikoistunut hydraulikalohko- ja komponenttivalmistaja ST-Koneistus otti lokakuun

lopussa harppauksen kohti tulevaisuutta, kun yrityksen tehtaalla otettiin käyttöön nykyaikainen autonomisten mobiilirobottien ratkaisu.

Tanskalaisen robottiluovastaja MiR:n tekniikalla toteutetun kokonaisuuden toimitti tamperelainen JTA Connection, joka on MiR:n sertifioitu

integraattori Suomessa sekä robottien virallinen jälleenmyyjä Suomessa, Baltiassa ja Venäjällä.

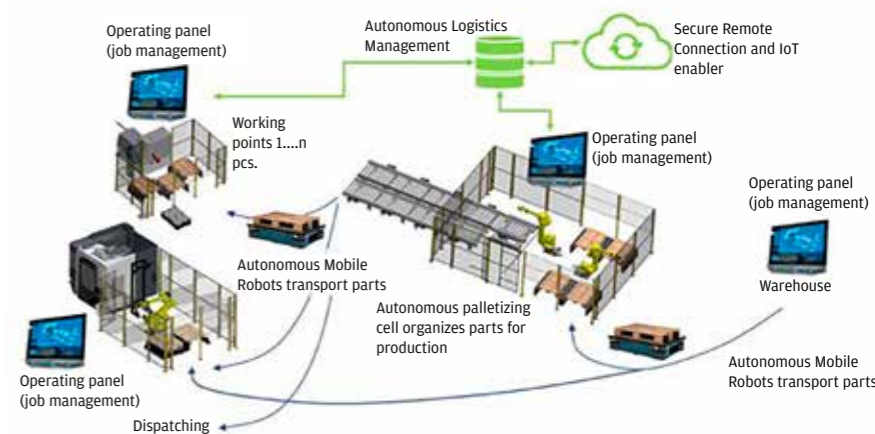
Lokakuussa startattu AMR-ratkaisu käsittää yhden 1000 kiloa kantavan mobiilirobotin sekä viisi lastausasemaa. Se palvelee kahta vaakakaraista työstökoneetta eli vastaa niiden aihiomateriaalien sekä jalostettujen kappaleiden siirtelystä työstökoneelle, varastoon tai esimerkiksi puhdistukseen. Erikoisempaan sovellukseen tämä MiR-roboti kuljettaa myös työstökoneen kappaleiden kiinnittimiä operaattorin ladattaviksi. Täten ratkaisu mahdollistaa täysin automatisoidun prosessin aina varastosta tuotantoon ja tuotannosta lähettämöön.

ST-Koneistuksen yrittäjä **Tommi Peltonen** kertoo, että mobiilirobotiikan kaltaisten uuden sukupolven ratkaisujen hyödyntäminen on heille elintärkeä kilpailuvaltti ja erottautumiskeino:

”Tässä maailmantilanteessa osavia ammattilaisia on vaikea löytää töihin. Tällöin mahdollisimman moni yksinkertainen työtehtävä on pystyttävä vapauttamaan ihmisiltä koneille. Mobiilirobotteja hyödyntämällä saamme siirrettyä osaavaa työvoimaa pumppukärryjen varresta vaativampiin töihin.”

ST-Koneistus on tunnettu yrityksenä, joka uskalttaa panostaa automaatioon ja perinteisen konepajatuotannon modernisointiin tehokkuuden etsimiseksi. Viimeisen kymmenen vuoden aikana yrityksen tuotantokapasiteetti ja kannattavuus ovat kasvaneet kohisten pääasiassa robotiikan ja muun tuotantoautomaation ansiosta. AMR oli kuitenkin ST-Koneistuksellekin uusi tuttavuus.

”Mobiilirobottien kanssa lähdettiin kokeilemaan osin puhtaasta uteliaisuudesta, ja tällä ratkaisulla on osin tarkoitus katsastaa, miten työntekijät ja muu ympäristö suhtautuvat itsenäisesti liikkuviin robotteihin. Tulokset ovat olleet rohkaisevia. Jatkossa haluamme ehdottomasti ottaa tämänkin ratkaisun koko hyödyn irti, sillä nyt siitä otetaan ehkä 10 % koko potentiaalista”, Peltonen suunnittelee.



Autonomisen mobiilirobotin (AMR) työnkulku ja ohjaus.

Nykyisen toiminta-alueen lisäksi prosessiin on rakennettu jo optio, jossa sama MiR-järjestelmä palvelee työstökoneiden lisäksi rinnakkain myös FMS-järjestelmää.

## Piensarjatuotannon automatisointi kannattaa

Isossa kuvassa ST-Koneistus visioi tehdasta, jossa tuotanto on jatkuva prosessi. Automatisoitu tehdas tuottaisi komponentteja niinäkin tunteina, kun ihmisiä ei ole paikalla.

Loputtomilla taloudellisilla resursseilla kuka tahansa voi automatisoida tuotannon ja rakentaa liukuhihnattehtaan. Piensarjatuotannossa pitää kuitenkin pystyä hyödyntämään jo olemassa olevaa infrastruktuuria mahdollisimman hyvin ja etenemään kevyillä investoinneilla. Mobiilirobotiikan avulla esimerkiksi sisälogistiikka saadaan automatisoitua kustannustehokkaasti ja siten, että tuotantoympäristöä on myös jatkossa helppo muokata kysynnän vaatimusten mukaisesti.

Peltonen uskoo, että mobiilirobotiikka on yksi niistä avaimista, joilla Suomen kilpailukyky voidaan vahvistaa erityisesti alihankintakonepajojen osalta.

”Rakentamalla konepajoja, joissa tuotanto on käynnissä kellon ympäri ilman jatkuvaa miehitystä, voidaan suomalaisen teollisuuden jalansijaa vahvis-

taa markkinoilla, jotka kärsivät lähes kroonisesta osaajapulasta.”

## Selkeää kiinnostusta investointeihin

Hankkeen vetäjä **Emmi Rajala** JTA Connectionilta teki projektista diplomityönsä Tampereen Yliopiston Automaatio- ja konetekniikan yksikköön. Tutkielman lopputulos vahvisti selkeästi visiota siitä, että mobiilirobotiikka pyyhkäisee konepajoihin ja muihin piensarjatuotantoa tekeviin laitoksiin lähitulevaisuudessa.

”Osana tutkielmaa toteutettiin kyselytutkimus suomalaisissa teollisuuden pk-yrityksissä. Vastaajista selkeä enemmistö näki mobiilirobotiikan merkittävässä roolissa tuotannon tulevaisuudessa ja yli puolet vastaajista uskoi investoivansa AMR-ratkaisuihin tulevien 2-3 vuoden aikana”, Rajala tiivistää.

ST-koneistuksella tehdyn tapaus-tutkimuksen mukaan mobiiliroboti-investointi maksaa itsensä takaisin jo kahdessa vuodessa, mikäli sovellusta käytetään kolmessa vuorossa.

”Jo tämän projektin aikana huomattiin, että AMR-ratkaisussa on valtava potentiaali hyödynnettävänä. Asiakas halusikin, että nyt käyttöönotetun sovellutuksen ympärille käynnistetään laajennusprojekti oikeastaan heti perään”, Rajala kertoo.





Valmet Automotive on autoteollisuuden lisäksi vahvasti mukana muussa teollisuudessa valmistamalla akkuja esimerkiksi työkoneisiin.

# Akkuteollisuudella maailmankartalle

Suomeen on muodostunut vahva akkuliiketoiminnan osaamiskeskus Valmet Automotiven myötä. Pitkä yhteistyö Siemensin kanssa mahdollistaa tehtaiden sujuvan toiminnan ja kehittämisen Uudessakaupungissa ja Salossa.

TEKSTI **RIIKKA NIEMINEN** KUVAT **VALMET AUTOMOTIVE JA SIEMENS**

**V**almet Automotive on autoteollisuuden monipuolinen palveluntarjoaja. Yrityksen EV Systems -liiketoimintalinja valmistaa akkuja eurooppalaisille autovalmistajille.

Salossa ja Uudessakaupungissa sijaitsevat tehtaat tuottavat 48 voltin akkuja ja korkeajänniteakkuja autoihin ja liikkuviin työkoneisiin. Tämän lisäksi avautumassa on akkutehdas Saksaan. Vuonna 2019 perustetun liiketoimintalinjan kasvu on ollut erittäin nopeaa.

Valmet Automotive oli vahvasti mukana 2010-luvun sähköautouudessa valmistamalla autoja, kuten Fisker Karmaa. Taustalla oli strateginen suunnitelma siitä, mihin tulevaisuudessa halutaan panostaa. Jo tuolloin strategian painopistealueeksi valittiin sähköi-

nen liikenne, johon panostettiin tekeillä esimerkiksi tuotekehitystä ja markkinatutkimusta.

”Nyt on menossa sähköautojen ja sähköisen liikenteen uusi nousu. Aiemmin tehdyt strategiset linjaukset ja parin viime vuoden aikana tehdyt vahvat panostukset akkuliiketoimintaan kantavat nyt hedelmää, ja olemme haluttu yhteistyökumppani”, kertoo EV Systems -liiketoimintalinjan johtaja **Jyrki Nurmi**.

Yrityksen ensimmäinen akkujen suursarjatuotantotehdas aloitti toimintansa Salossa vuonna 2019. Asiakas tarvitsi lisää akkuja, ja kun Suomessa oli olemassa hyvät puitteet, alkuun päästiin nopeasti.

”Kilpailuvalttimme ovat vahva tuotanto-osaaminen, korkea laatu, nopeus



Jyrki Nurmi johtaa liiketoimintalinjaa, joka valmistaa akkuja eurooppalaisille autovalmistajille.

ja joustavuus. Olemme pystyneet siirtämään autojen parista kertynyttä osaamista suoraan akkuliiketoimintaan”, kertoo Nurmi.

## Yhteistyö kattaa koko prosessin

Valmet Automotive tekee akkutehtailaan Siemensin kanssa yhteistyötä, joka kantaa läpi koko prosessin. Integraatio ohjelmistojen, käyttö- ja turvatekniikan välillä on helpottanut linjojen käyttöönottoa. Ongelmatilanteissa avun saa yhdestä numerosta.

”Siemens toimii yhdessä ohjelmistopartnerien ja laitetoimittajaverkoston kanssa teknologia- ja sovellustoimittajana tuotteen hallinnassa, tuotantoautomaatiossa ja valvonnassa sekä tuotannon ylläpidon tukena”, kertoo asiakkuuspäällikkö **Pekka Pyhälä** Siemensiltä.

”Olemme tehneet Siemensin kanssa yhteistyötä vuosikymmenien ajan ja heidän vahva osaamisensa varsinkin tuotantoautomaation puolella on meille erittäin tärkeää”, kertoo Nurmi.

”Meille välttämätön ja tärkeä automaatiojärjestelmä on toiminnan ydintä. Jos se ei toimi, niin käytännössä mikään ei toimi”, Nurmi jatkaa.

Siemens on toimittanut tehtaalle bisneskriittiset tuotantolinjojen ohjausjär-



Pekka Pyhälä tuo Siemensiltä kertoo, että yritysten välinen yhteistyö akkutehtailla on laajaalaista.



”Meille välttämätön ja tärkeä automaatiojärjestelmä on toiminnan ydintä”

Salon ja Uudenkaupungin tehtailla on merkittävä työllisyysvaikutus.

jestelmät. Tuotannon valvonta toteutetaan SCADA-järjestelmällä, jonka avulla nähdään missä vaiheessa tuotanto on, onko ongelmia ja miten prosessi toimii.

”Akkupuolella varsinkin tuotantolinjan ohjausjärjestelmässä on syvästi menevää yhteistyötä. He ovat oikeasti auttaneet meitä seuraavalle tasolle”.

”Yhteistyö Siemensin kanssa on toiminut hyvin ja haastavatkin aikataulut ovat pitäneet. Koemme Siemensin olevan meille luotettava kumppani, jonka kanssa tulevaisuuteen on hyvä mennä”, Niemi kertoo.

## Tulevaisuuteen suunnataan vastuullisesti

Tehtaiden työllistävä vaikutus on huomattava sekä Salossa että Uudessakaupungissa.

”Vahvaan nousuun liittyy sitoutunut henkilöstö. Meillä on yrittäjähenkinen tiimi ja halu menestyä”, kertoo Nurmi.

Kestävällä kehityksellä ja siihen liittyvillä seikoilla on koko yritykselle suuri merkitys. Ne on otettu kattavasti huomioon myös strategiatasolla. Uudenkaupungin tehtaalla on tarkoitus olla hii-

lineutraali tämän vuoden loppuun mennessä ja Salon tehtaalla viimeistään ensi vuonna.

Akkujen kierrätyksessä tehdään yhteistyötä Fortumin kanssa, minkä myötä yrityksen akkumateriaaleista 95 prosenttia voidaan jo nyt kierrättää. Kierrätystä ja siihen liittyvää yhteistyötä on tarkoitus kehittää jatkuvasti.

”Valmet Automotive on true green -yritys. Meillä asiat tehdään vastuullisesti, ja yrityskulttuuriimme kuuluu, että kaikkia ihmisiä kohdellaan tasa-arvoisesti”, tiivistää Nurmi.

Uudessakaupungissa ja Salossa katsotaan tulevaisuuteen luottavaisesti.

”Tulevaisuus näyttää hyvältä. Olemme olleet ajoissa liikkeellä ja meillä on mahdollisuus kasvaa merkittäväksi yritykseksi alalla. Käymme jatkuvasti keskusteluita uusista asiakkuuksista ja toimintamme laajenee.”

”Autoteollisuuden lisäksi olemme vahvasti mukana muussa teollisuudessa. Teemme akkuja esimerkiksi työkoneisiin. Jo pian voimme tarjota asiakkaille akkujen ja autojen valmistusta saman katon alla”, visioi Nurmi.





# Kokoonpanosovellus automatisoituu cobotilla

Ihmisen kanssa turvalliseen yhteistyöhön suunnitellut cobot- eli yhteistyörobotitratkaisut ovat viime vuosina nousseet vahvasti perinteisen teollisuusrobotiikan rinnalle.

TEKSTI THOMAS FREUNDLICH KUVAT OLLI URPELA

**A**BB on laajentanut yhteistyörobotiensa tuotelinjaa uusilla malleilla, joihin kuuluu kokoonpanoteollisuuden käyttöön suunniteltu Single-arm YuMi -cobotti. Malli on otettu käyttöön GE Healthcaren prototyyppilinjalta Helsingissä.

GE Healthcare Finland Oy on maailman suurimpien terveysteknologiayritysten joukkoon kuuluvan GE Healthcaren tytäryhtiö. Yhtiön Suomen päätoimipiste Helsingin Vallilassa on yksi GE Healthcaren johtavista potilasmonitoroinnin tuotekehityksen osaamiskeskuksista. Tehtaalla valmistetaan muun muassa potilasvalvontamonitoreita sekä

hengitys- ja nukutus koneissa käytettäviä kaasumittausmoduuleita. Valtaosa tuotannosta tehdään vieniin.

GE Healthcaren uutuustuotteiden linjasto valmistaa prototyyppijä tuotantoon tulevista laitteistoista. Linjastolla on parhaillaan käynnissä merkittävä uuden tuotteen kehityshanke, jonka sensoriakkukomponenttiin oli tarpeen toteuttaa suunnittelumuutoksia nopealla aikataululla.

”Komponentin kokoonpanoon lisättiin liimaustyövaihe, joka on ihmiselle erittäin vaikea toteuttaa tasalaatuisesti,” kertoo tuotannollistamishankepäällikkö **Teemu Äärinen** GE Healthcarelta.

”Päädyimme cobot-tyyppiseen sovellukseen tämän työvaiheen automatisoimiseksi, ja cobotti saatiin ohjelmoitua prototyyppiin valmistukseen erittäin nopeasti.”

Tuotantolinjalla ABB Single-arm YuMi -cobotti vastaa liimasauman levittämisestä osana tuotteen kokoonpanoa. Cobotti poimii työkappaleen telineestä, levittää liimasauman ulkoisen liimausannostelijan avulla ja laskee tuotteen takaisin samaan paikkaan. Pitkän liimasauman on seurattava tulitikurasian kokaisen kappaleen muotoja tarkasti kolmessa ulottuvuudessa, mikä yhdessä liiman nopean kuivumisajan kanssa tekee työvaiheesta erittäin hankalan toteuttaa käsin.

## Yksikätinen apuri

ABB IRB 14050 Single-arm YuMi on yksikätinen versio vuonna 2015 esitellystä kaksikäteisestä ABB IRB 14000 YuMi -yhteistyörobotista (cobot, eng. collaborative robot). Erittäin kompakti seitsemänakselinen cobotti painaa vain 9,5 kg ja se voidaan asentaa mihin asentoon tahansa. Cobotti on kehitetty erityisesti pienkomponenttien kokoonpanotehtäviin muun muassa elektroniikkateollisuudessa ja kuluttajatuotteiden valmistusprosesseissa. Helposti ohjelmoitava cobotti on suunniteltu turvalliseen yhteistyöhön ihmisen kanssa, ja se

**”Ihmisen kanssa turvallisesti toimivat yhteistyörobotit avaavat uusia mahdollisuuksia robotiikan hyödyntämiseen”**

soveltuu myös pienten ja keski suurten yritysten käyttöön.

GE Healthcare on jo aiemmin hyödyntänyt kokoonpanotehtävissään kaksikäteistä ABB YuMi -cobottia, joten päätös cobot-solun rakentamisesta syntyi nopeasti. Sovelluksen on toteuttanut suomalainen Roboco Oy, joka on erikoistunut yhteistyörobotiikan ratkaisuihin.

”GE Healthcaren Single-arm YuMi -toteutus on erinomainen esimerkki cobot-tekniikan mahdollisuuksista. Työvaiheeseen, jota ihminen ei pysty järkevästi tekemään, voidaan hyvin matalalla kynnyksellä toteuttaa joustava ratkaisu, ja cobottia on helppo hyödyntää myöhemmin myös muissa tehtävissä tarpeen mukaan”, kertoo Robocoon toimitusjohtaja **Oskari Hakaluoto**.

## Yhteistyössä on tulevaisuus

Cobotit eivät välttämättä korvaa perinteisiä robotteja, joille on edelleen oma selkeä tarpeensa, mutta ne ovat avanneet paljon uusia mahdollisuuksia sellaisten työvaiheiden ja prosessien automatisointiin, joihin tavanomaiset ratkaisut eivät sovellu.

”Kompaktit, ihmisen kanssa turvallisesti toimivat yhteistyörobotit avaavat myös pienille ja keski suurille yrityksille uusia mahdollisuuksia robotiikan hyödyntämiseen suhteellisen pienellä





ABB:n Single-arm YuMi -cobotti hoitaa komponentin kokoonpanossa liimaustyövaiheen, joka on ihmiselle erittäin vaikea toteuttaa tasalaatuisesti”, kertovat tuotannollistamishankepäällikkö Teemu Äärinen (vas.) ja Helsingin tehtaan operaatioista vastaava Sami Kyllönen (oik.) GE Healthcarelta

investoinnilla”, Robocon Hakaluoto toteaa.

Roboco kuuluu ABB Value Provider -kumppaniohjelmaan.

”ABB:ltä löytyy oman osaamisen lisäksi innovatiivisia ja osaavia kumppaneita, joiden yhteistyö sekä meidän sekä loppuasiakkaan kanssa on keskeistä, kun tuotantoa kehitetään joustavilla cobot-ratkaisuilla”, kertoo tuotepäällikkö **Juha Mainio** ABB:ltä.

”Robocon GE Healthcarelle toteuttama solu on Suomen ensimmäisiä käytännön sovelluksia Single-arm YuMi -cobotille, ja cobotti toimii kokoonpanolinjalla ikään kuin yhtenä työntekijöistä.”

#### Poikkeuksellisen kannattava investointi

GE Healthcaren uuden tuotteen valmistus on jo lähellä massatuotantovaihetta, ja uusi Single-arm YuMi -cobotti

on säännöllisessä käytössä prototyyppilinjalta.

”Cobotti on tarvittaessa erittäin helppo ohjelmoida uudelleen, kun tuotteeseen tai valmistusprosessiin tulee päivityksiä. Puolessa tunnissa tekee jo isoja muutoksia”, kiittelee GE Healthcaren Äärinen.

”Nopea käyttöönotto ja ratkaisun joustavuus ovat tuoneet todella paljon lisäarvoa tuotekehityksellemme.”

Äärinen mukaan Single-arm YuMi -cobotin yhteistyöominaisuudet ovat saaneet kiitosta myös työntekijöiltä.

”Cobot-sovelluksen käyttöönotto on erittäin helppoa, koska laitteen ympärille ei tarvitse rakentaa raskaita turvajärjestelmiä. Näin laite saatiin heti prototyyppituotantoon linjallamme.”

GE Healthcarelle cobot-toteutus on ollut erittäin kannattava sijoitus.

### ”Cobot-toteutus on ollut erittäin kannattava sijoitus”

”Sen lisäksi että cobotti pystyy toteuttamaan automatisoidusti työvaiheen, joka ei ihmiseltä onnistuisi, ratkaisu myös säästää merkittävästi työntekijöidemme työaikaa muihin tehtäviin. Tämä lisää kokoonpanomme tuottavuutta ja näkyy myös loppuasiakkaillemme tuotteen hinnassa. Takaisinmaksuaika tälle investoinnille onkin ollut harvinaisen lyhyt, reilusti alle vuoden”, toteaa Äärinen.

# AUTOMAATIONVÄYLÄ

2021

LIITE

ROBOTIIKKATILASTOT

**YASKAWA**



## ROBOTTIEN MESTARI

Olemme räätälöineet toimintavuosiemme aikana yli 2 200 teollisuusrobotijärjestelmää suomalaisen teollisuuden tarpeisiin. Meillä on tuotteet, osaaminen ja vahva tahto tehdä jokaisesta toimituksesta paras ratkaisu asiakkaallemme. Laatu ja tuottavuutta tuotantoon!

YASKAWA Finland Oy · info.fi@yaskawa.eu.com · +358 403 000 600 · www.yaskawa.fi

ROBOTIIKKATILASTOT // COBOTIT





Kuva: ST-Koneistus

Suomalaisen valmistavan teollisuuden tuottavuuden kasvu 2008 finanssikriisin jälkeen on ollut hidasta. Robotiikkayhdistyksen tilastojen valossa investoinnit ovat selkeästi nostaneet yritysten kannattavuutta ja lisänneet alan työpaikkoja. Samaa mieltä ovat myös yhdistyksemme jäsenyritykset.

#### Mika Tuunainen, Jame-Shaft Oy:

”Ilman robotiikkaa on mahdotonta olla mukana teollisessa toiminnassa kansainvälisessä markkinassa. Robotiikka ei vähennä, vaan mahdollistaa uusia työpaikkoja teollisuuteen Suomessa ja tilanne lienee sama myös Eurooppa tasolla. Henkilökuntamme on kaksinkertaistunut siitä kun ensimmäinen robotti saapui tuotantoomme. Suurin ongelma lienee yleisesti se, että mistä löytyy riittävästi robotiikkaa ymmärtäviä henkilöitä.”

#### Teemu Ahonen, Fastems Oy:

”Robotiikkayhdistyksen jäsenenä olemme osa suomalaista robottiautomaatioalan edustajien, hyödyntäjien ja tutkimusyhteisöjen verkostoa, joka edistää robotiikan tunnettua Suomessa. Yhdistyksen ulkomaiset yhteistyöverkostot tarjoavat hyvän kanavan myös uusimpaan kansainväliseen tutkimustietoon.”

#### Tommi Peltonen, ST-Koneistus Oy:

”Automaation lisääminen on ainoa keino olla mukana teollisessa toiminnassa kansainvälisillä markkinoilla. Meillä robotiikan lisääminen on tuonut uusia työpaikkoja, lisännyt tuottavuutta 2,5 kertaiseksi ja ilman robotiikkaa toiminta olisi mahdotonta. Robotit myös mahdollistavat erittäin kalliiden avainkoneiden tehokkaamman käytön. Meillä työstökoneella ajettiin vuodessa 900 h. Kun osaavia metallimiehiä ei enää löytynyt tarpeeksi, laitettiin robotti töihin ja nyt yksi mies saa koneesta ulos 3000 h vuodessa. Osaavat ihmiset ovat nyt suurin pullonkaula tuotannossa.”

#### Juha Tervala, AGCO Power Oy:

”Uskon, että ilman 35 vuoden systemaattista robotisointia, korkeata automaatiotasoa ja tuottavuuden parannusta olisimme korkeintaan insinööritoimisto valmistuksen siirtyttyä jonkin halvemman kustannustason maahan. Keskusteluissa luottamushenkilömmekin ovat toivottaneet robotit tervetulleiksi, sillä yleensä niillä teetetään fyysisesti haastavia ja yksitoikkoisia työtehtäviä, jolloin ihmisten tehtäväksi jää mielekkäämmät ja motivoivimmat työtehtävät”

# Robotit eivät ratkaise tuotannon ongelmia

**S**uomen Robotiikkayhdistys julkaisi alkuaikoinaan Robotiikan vuosikirjaa, jossa esiteltiin robottisovelluksia ja alan tilastoja. Julkaisu oli suosittu aikana, jolloin tietoa teknisistä uutuuksista ei ollut yhtä helppoa löytää kuin nykyisin. Automaatioväylän avustuksella vuosikirjan idea jatkuu nyt tämän lisäosan muodossa. Robotiikan tilastot ovat perinteisesti kiinnostaneet oppilaitoksissa ja tuotannon parissa toimijoita, sillä ne antavat kuvan valmistavan teollisuuden tilanteesta. Robottitiheys on hyvä kv. mittari tuotannon tehokkuudelle.

Sytä erittelemättä teollisuusrobotiikan investoinnit Suomessa ovat 2010-luvulla olleet alhaisella tasolla. Uusilla investoinneilla on ylläpidetty poistuvaa laitekantaa. Teollisuusrobottien määrä on käytännössä pysynyt samana aivan viime vuosiin asti. Tämä on melko hälyttävä merkki ajatellen kilpailukykyämme. Suomalaisella kustannustasolla on mahdotonta menestyä globaaleilla markkinoilla ilman tuotannon voimakasta automatisointia.

Kilpailukyvyyn parantamisen ratkaisuksi tarjotaan robotiikkaa, mutta se on vain osa kokonaisuutta. Robotit ovat työkalu tuotannon tehostamiseen. Pelkät laiteinvestoinnit eivät ratkaise valmistavan teollisuuden haasteita. Työkalujen tehokas käyttäminen vaatii ammattiosaamista. Osaajien tarve teollisuudessa ei siis robotiikan myötä ole poistunut mihinkään, päinvastoin. Hitsaajia ja koneistajia tarvitaan edelleen, mutta menetelmiä ja työkaluja pitäisi voimakkaasti kehittää.

Työpaikkailmoituksissa on viime aikoina etsitty robotiikan ammattilaisia erilaisiin kehitys-, asennus- ja tuotantotehtäviin. Järjestelmätoimittajien kohdalla tämä on varmasti perusteltua, mutta tuotantotehtävissä kääntäisiin fokusta. Ammatillista koulutusta tulisi kehittää erityisesti robotiikan soveltamisen osalta. Robotit tulisi laskea jalustaltaan muiden työkalujen joukkoon. Erityis-

osaaminen on edelleen tarpeen mutta robotiikan ja muun tuotantoautomaation käyttö tulisi integroida koulutukseen aiempaa tiiviimmin. Koneistaminen, hitsaaminen ja kokoonpano tulee edelleen osata, mutta manuaaliprosessin rinnalla tulisi kaikkien osata myös tehdä samat tehtävät tarvittaessa robotilla. Robotit eivät ainuttakaan ongelmaa ratkaise, sen on ihmisten tehtävä. Jos sen ratkaisun voi tehdä robotin avulla, on tulos varmasti parempi sekä tekijän että yrityksen kannalta.

Osaajapulaan ei helppoa ratkaisua kuitenkaan löydy. Ala ei kiinnosta samalla tavoin kuin koodaus tai työ somessa. Esimerkiksi metalliteollisuuden mielikuvan nostamisessa on vielä työtä tehtävänä. Melko harvalla yläasteikäisellä on tietoa mitä tehtäviä kuuluu esimerkiksi koneistajalle. Tässä kohtaa yritysten tulisi olla aktiivisia ja tuoda tekemistään esille myös nuorisollemme. Hyvä keino on erilaisten tekniikkaa, automaatiota ja robotiikkaa edistävien yhdistysten toiminnan tukeminen. Näitä ovat esimerkiksi FLL Suomi, Innokas-verkosto ja Roboedu. Jos kipinä alaa kohtaan syttyy jo ala-asteella, se saattaa kantaa huomattavasti teini-ikää pidemmälle.

Alan nuorisojärjestöjen tukemisen lisäksi Robotiikkayhdistys pyrkii kantamaan kortensa kekoon myös ammattiin tähtäävän koulutuksen osalta. Olemme aloittaneet alan ainoan suomenkielisen teoksen Robotiikka -kirjan päivityksen. Tavoitteena on päivittää teos vanhentuneilta osin ja lisätä mukaan tekniikan kehitys 2000-luvun osalta. Kirja tullaan julkaisemaan sähköisenä vapaasti kaikkien alan toimijoiden käyttöön. Kiinnostuitko? Katso lisätiedot yhdistyksemme nettisivuilta.

#### Jyrki Latokartano

on Suomen Robotiikkayhdistyksen puheenjohtaja



”Osaajapulaan ei helppoa ratkaisua kuitenkaan löydy”



# Stabiili robottimarkkina vuonna 2020

Kansainvälinen robotti-käjäjärjestö IFR on juuri julkaissut vuoden 2020 robottien käyttöä koskevat tilastonsa.

Maailmanlaajuisen pandemian ensimmäinen koronavuosi sujui kohtuullisesti, vaikka epävarmuus kansantalouksien

suunnasta rasittikin laajalti tuotannollisia investointeja viime vuonna erityisesti Euroopassa.

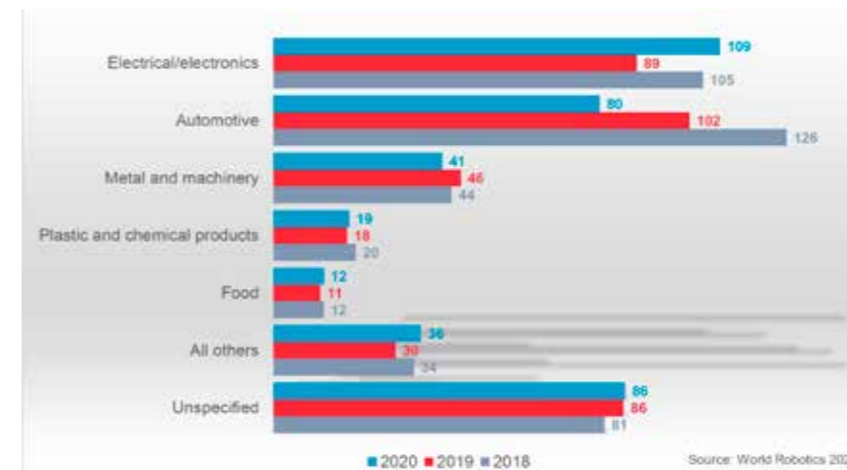
TEKSTI JUHANI LEMPIÄINEN, DELTATRON OY KUVAT AGILOX, FORUM VIRIUM

**A**asia vetää robotiikkaa puoleensa erityisellä vauhdilla elektroniikkateollisuuden vauhdittamana. Käyttöön otettujen teollisuusrobottien määrä säilyi viime vuonna kaikkiaan 383 000 robotissa kuten edellisnäkin vuonna. Yhteistyörobottien osuus installaatiosta nousee hieman

vuosittain, nyt otettiin käyttöön reilut 22 000 laitetta. Yhteistyörobottien merkitys korostui erityisesti käyttöliittymien kehityksen vauhdittajina ja yrityksissä useinkin ensimmäisten kokeilujen mahdollistajina. Yhteistyörobottien markkina kiristyi vuoden aikana usean ison robottivalmistajan tuotua

uusia yhteistyön robottimalleja tarjolle tanskalaisen Universal Roboticsin (UR) menestyksen innoittamana.

Maailmanlaajuisesti teollisuuden robottitiheys nousi edelleen ja on nyt jo keskimäärin 126 robottia 10 000 teollisuustyöntekijää kohden. Edellisenä vuonna luku oli 113.



Taulukko 1. Robotti-investoinnit toimialoittain 2018-2020

## Elektroniikkateollisuus edellä

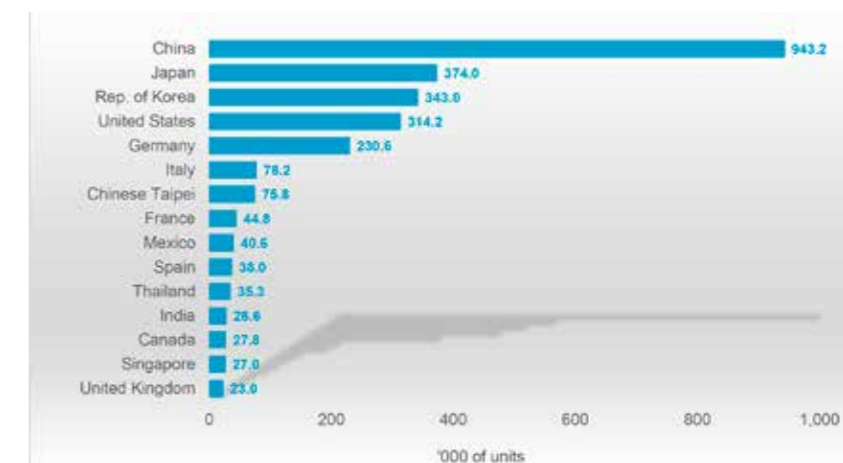
Sähköautoteollisuuden murros näkyi edelleen investointien pienemisenä siten, että nyt ensi kertaa elektroniikkateollisuus nousi suurimmaksi robotiikan sovellusalaksi 26 % osuudella selkeästi ennen autoteollisuutta 21 %. Autoteollisuus robotiikan soveltamisen veturina näyttää menettäneen ykkösjansansa ainakin keskipitkällä aikavälillä katsottaessa tulevaisuuteen.

Siirtymä polttomoottoriautoista sähköautoihin on myös tuotantoteknisesti suuri asia. Täyssähköauto on huomattavasti yksinkertaisempi valmistaa kuin polttomoottoriauto erityisesti moottorin ja voimansiirron osalta. Siten ainakin lähivuosien tuotantolinjojen investoinnit ovat vaatimattomampia. Akkuteollisuuden valtavat investointitarpeet eivät vielä näy tilastoissa sen enempää kuin täysin uusi sovellusala akkumateriaalien kierrätyskään. Robotiikan hyödyntämisestä autojen akkujen valmistamisen ja purkamisen yhteydessä puoltavat valtavat valmistusmäärät, käsiteltävien osien paino, palovaara ja tuotannon tarkat dokumentointitarpeet.

Kiina on edelleen suurin robotteja soveltava maa 44 % osuudella kaikista robotiikka-alan investoinneista. Kiinan markkinaosuus on kasvanut koko 2000-luvun ajan.

Eurooppalaisista tuotannollisista investoinneista ollaan huolissaan laa-

jalti. Suomessakin ajoittain käytössä olleita lisättyjä investointien poistomahdollisuuksia on tällä hetkellä käytössä mm. Iso-Britanniassa Brexit-epävarmuutta lieventämään. Lyhytaikaiset verohelpotukset eivät ole pysyvä investointien apu, vaan niiden avulla tehdään lyhytjänteistä politiikkaa suuntaan ja toiseen erityisesti avautuvan verohelpotusten aikaikkunan alussa ja lopussa. Kansainvälisesti saksalaisen robotiikan määrät ovat olleet kautta vuosien huippuluokkaa. Nyt tilastonikkarit ovat huomanneet, että saksalaiset isojen järjes-



Taulukko 2. Suurimmat robotti-investoinnit maittain 2020.

telmätoimittajien vientitoimitukset ovat kirjautuneet saksalaisiksi sovelluksiksi. Niinpä Suomenkin tilastot ovat pieneltä osin parempia kuin tilastot näyttävät. Joka vuosi maahamme tulee yksi tai useampikin iso saksalaista tuotantoautomaatio-sovellusta, jossa on mukana useita robotteja.

## Suomessa vaatimatonta

Suomessa robotiikan vuosi 2020 sujui eurooppalaisittain keskinkertaisen vaatimattomasti. Koko Eurooppaa korona kuritti niin, että investoinnit jäivät 8 % alle vuoden 2019 tasoon verrattuna. Suomessa pudotus oli peräti 19 % yhteensä 430 käyttöön otettuun robottiin. Muutamia kotimaisia robotteja ei ole tilastoitu, joten tarkkuus on noin +10 robotin tarkkuus. Erityisesti PKT-yritykset jarruttivat investointejaan koronan aiheuttaman epävarmuuden vuoksi. Konepajat ovat edelleen se kasvuala, joka Suomessa investoi enenevässä määrin robotiikkaan. Nyt jo liki puolet kotimaisista sovelluksista, yhteensä 45 % menee konepajoihin, erityisesti työstökoneiden palveluun ja hitsaukseen, joissa työtehtävissä on suuri työvoimatarve myös osaville manuaalisille käsipareille. Kansainvälisestikin kotimaan konepajojen robotiikka-investoinneista voimme olla mielissämme. Toisin on elintarviketeolli-





Taulukko 3. Robotti-investoinnit Suomessa 2010-luvulla.

suudessamme, jossa investoinnit ovat edelleen vaatimattomia. Nopeat delta-mekaniikan laitteet ovat vakiinnuttaneet onneksi siellä paikkansa. Auto- tehtaamme robotti-investoinnit olivat vuonna 2020 yhteensä vain 22 laitetta.

Vertailu muihin Pohjoismaihin on aina hedelmällistä. Ruotsissa investointien pudotus oli samaa luokkaa -18 % 1 323 robottiin. Autoteollisuuden investoinnit ovat voimakkaasti hii- puneet myös Ruotsissa. Konepajojen osuus on edelleen 37 %, mikä on hyvää kansainvälistä tasoa. Tanska porskut- ta robotiikassa hyvin 690 sovelluk- sella. Tanskan vahvuutena on elintarvi- keteollisuuden sovellukset, joihin inves-

toitiin 114 robottia vuonna 2020. Kone- pajat ovat Tanskassakin suurin toimiala, yhteensä 179 robottia vuoden aikana. Mielenkiinnon vuoksi: Virossa on käy- tössä tilastojen mukaan yhteensä 338 robottia, joista sovelluksista suuri osa sisältää suomalaista insinööriä.

#### Tiheys harvonee, töitä riittää

Robottitiheydellä mitataan tuotantotek- niikan tasoa eri maiden välillä. Suomen ranking putoaa vuosittain pykälän tai pari. Nyt olemme sijalla 21. Meillä on käytössä 152 robottia 10 000 teollisuus- työntekijää kohden, kun laitteiden pois- toiäksi laskennallisesti on määritelty tilastoissa 12 vuotta. Suomessa robotit

poistetaan kuitenkin vanhempina, joten meillä on käytössä tällä hetkellä reilusti yli 5 000 robottia, vaikka tilastolasken- nan mukaan luku näyttää luvuksi 4 827. Oheisessa taulukossa on maailman 20 suurinta robotiikan käyttäjämaata. Autoteollisuuden osuuden pienentyessä tämä maiden välinen ranking tasoittuu voimakkaasti. Kaukoidässä robotiikan käsite on eurooppalaista laajempi, joten tarkkoja maakohtaisia vertailuja ei tästä taulukosta kannata tehdä.

Robottikäsivarret ovat viime vuo- sina saaneet pyörät alleen vihivaunujen/ automaattitruckien avulla. Näin robot- tien työtehtävät moninaistuvat ja logis- tiikka samalla automatisoituu. Tuo- tantosolujen tilaratkaisut muuttuvat myös joustavammiksi. Logistiikan äly- rudit ovat tulleet robottisolujen tueksi helpottamaan materiaalien kuljetus- tarpeita ja siten pidentämään miehit- tämättömiä työjaksoja. Lukumääräi- sesti näitä sisälogistiikan älytrukkeja on nyt käytössä vielä pieniä määriä, mutta vuosi 2020 on ollut niiden ensimmäi- nen merkittävä sovellusvuosi myös Suo- men valmistavassa teollisuudessa. Äly- rudit eivät tarvitse lattiaa telakointi- tai paikoitusrakenteita ja voivat toimia parviällyn, swarm intelligence, avulla yhdessä usean laitteen parvena auto- maattisesti.

Robotiikan ammattilaisten työti- lanne on kauttaaltaan hyvä. Ensimmäi- set alan nestorit ovat jo täysin palvel- leina eläköityneet. Siksi suurin puute onkin näkemystä omaavista sovellusten osaajista, joiden visioiden varaan uudet sovellukset rakennetaan. Ohjelmoin- titaitoisia ammattilaisia tarvitaan toki myös runsaasti. Robottien ohjelmointi on helpottunut uusien ohjaustapojen yleistyttyä, mutta eri automaatiolaittei- den välisen kommunikoinnin moninai- suus ja anturointien huomattava lisään- tyminen tuottavat lisätöitä entistä use- ammassa sovelluksessa.

#### Palvelurobotiikka

Ammattikäyttöön palvelurobotteja kehittää maailmassa jo yli 1 000 yritystä mitä erilaisimpiin tehtäviin. Näistä yri- tyksistä noin 15 % ei vielä start-up -vai- heessa valmista mitään. Liikevaihtoa on

jo yhteensä 6 miljardin euron arvosta. Liikevaihdon kasvu on vuodesta 2019 noin 12 %. Huomionarvoista on, että liki puolet alan laitevalmistajista on Euroopassa. Näin korona-aikaan esillä ovat olleet sekä siivous että voimak- kaalla uv-valolla tilojen desinfiointia tekevät laitteet, joiden valmistajakin on jo yli 50 yritystä. Ihmisen lähestyessä tällaista robottia uv-valo sammutetaan, jotta ihmisen silmät eivät vaurioidu. Etäläsnäoloa tarjoavat laitteet nousi- vat myös suosioon koronakaranteenien aikana.

Suurin kasvuala tällä hetkellä on sisä- ja ulkologistiikka, liikevaihtoa noin miljardi euroa. Ruoan jakelu ravinto- loista ja suurtalouskeittiöistä asiakkai- den luokse on eniten mielenkiintoa herättävä sovellus.

Vakain liikevaihto syntyy leikkaus- salien roboteista, noin kolme miljardia euroa, missä erittäin pehmeiden kudosten tarkat leikkaukset ovat nykyisin pääsääntöisesti robottiauvusteisia. Suu- rimman laitevalmistajan DaVinci-lait- teita on leikkaussaleissa käytössä jo 5 500 kappaletta. Leikkauskohteet ovat entistä pienempiä ja lääkkeiden annos-

telu tarkempaa, mikä edesauttaa poti- laan nopeampaa toipumista leikkauk- sesta.

Maataloudessa lypsyrobotit ovat vakiinnuttaneet asemansa yli 70 leh- män navetoissa. Vuosittaiset myynti- määrät ovat noin 5 000 robottia ja liike- vaihtoa 0,8 miljardia euroa. Lypsyrobo- tit säästävät noin 40 % manuaalisesta karjanhoidosta ja parantavat maidon hygieniää ja lehmien hyvinvointia. Ensimmäiset nautojen ruokintarobo- tit ovat myös jo käytössä. Karjanhoito on raskas työtehtävä ja robotit auttavat navetoissa alan kroonisessa työvoima- pulassa.

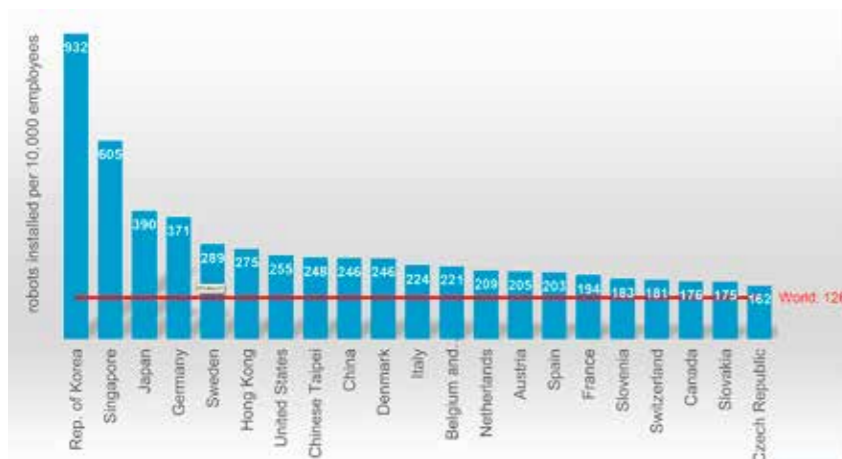
Kotitalouksien robotiikassa pölyni- muri ja ruohonleikkuri ovat jo valta- virran sovelluksia, akkuteknologian ollessa suurin kehityskohde. Akkukapa- siteetin kasvaessa imurin imutehoa on saatu kohotettua ensimmäisestä 2 kPa paineesta nykyisin jopa 12 kPa painee- seen ikä lisää siivoustehoa. Liikevaihtoa näissä segmenteissä syntyy noin 4 mil- jardia euroa.

Viihde- ja opetuskäyttö tulevat seu- raavina sovellusaloina. Opetuksessa avustavat robotit nähdään kasvualana,



Omron LD-250 kuljettaa ruoan Helsingissä vanhusten palvelutalossa.

liikevaihtoa +11 % vuodessa. Robotti toistaa väsymättä opetustehtävän ja kykenee ylläpitämään mielenkiintoa ihmistä paremmin vuorovaikutusta esi- merkiksi autististen lapsien kanssa. Monipuolisten kotitalous- ja hoivateh- tävien suoritus on ollut kautta vuosien robottisovellusten mielenkiinnon koh- teena vanhuksille ja vammaisille. Läpi- murtoa alalla odotetaan edelleen kiih- keästi.



Taulukko 4. Robottitiheys teollisuudessa maittain 20 kärjessä.

## ”Meillä on käytössä 152 robottia 10 000 teollisuustyöntekijää kohden”

### TÄYDENNÄ OSAAMISTASI VERKKOKURSSEILLA!

IoT - Internet of things ja datan hyödyntämisen perusteet alk. 10.1.

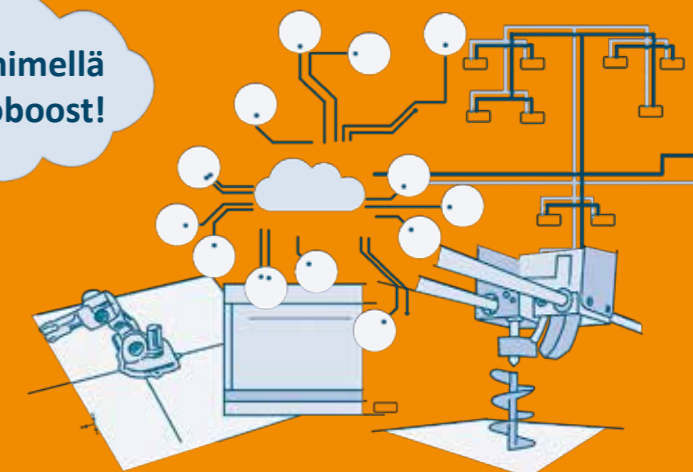
3D-tulostus alk. 10.1.

Robotiikka - Automaation perusteet alk. 14.3.

Robotiikan perusteet - Simulointi alk. 14.3.

<https://hakija.oma.metropolia.fi/>

Etsi nimellä Roboboost!







# Robotit näkevät enemmän

Alan uusimpien vaatimusten täyttämiseksi autovalmistajat haastetaan panostamaan entistä vahvemmin tuotantoprosessiensa modernisointiin. Käyttämällä 3D-konenäkökamaroita yhdessä älykkäiden algoritmien kanssa, tšekkiläinen autonvalmistaja on jo lisännyt panostustaan logistiikkaprosesseihinsa ja vahvistaa siten tavaroiden vastaanoton kestävyttä tulevaisuudessa.

TEKSTI SAMI LEHTONEN, SICK OY KUVAT SICK

**K**eskeinen osa ratkaisua on taitto-varsi-robotti, joka on varustettu 3D-konenäkökameralla. Robotin tehtävänä on ottaa toimitettu tavara kuormalavoilta ja siirtää se hihnalle, joka taas yhdistyy intralogistiseen varastoon. Ruuvit, peilit, venttiilien osat: ennen automaattisen vastaanottojärjestelmän käyttöönottoa osat otettiin rekasta purkamisen jälkeen käsin kuormalavoilta ja lähetettiin edelleen

ajoneuvotuotantoon. Nykyään konevalmistajalla on käytössä logistiikkaratkaisu, jossa yhdistyvät kokonaisvaltaisesti tavaroiden vastaanotto, korkeavarausto ja tuotanto.

Siksi lavojen purkurobotista on syytä tehdä niin autonominen, että se tunnistaa yksittäisten pakettien paikat kuormalavalla itsenäisesti ja pystyy siten luotettavasti tarttumaan niihin. Tämä tehtävä ratkaistiin SICKin 3D-konenä-

kötuotteella: Visionary-T CX-kamera tuottaa robotiohjaukseen kolmiulotteisia pistepilviä 3D-Snapshot-tekniikan avulla.

## Valon kulkuaikamittaus muodon ja etäisyyden määrittämiseksi

Laite käyttää näiden kolmiulotteisten kuvien mittaukseen 3D-Time-of-Flight-tekniikkaa. Tekniikka perustuu valon kulkuaikamittauk-

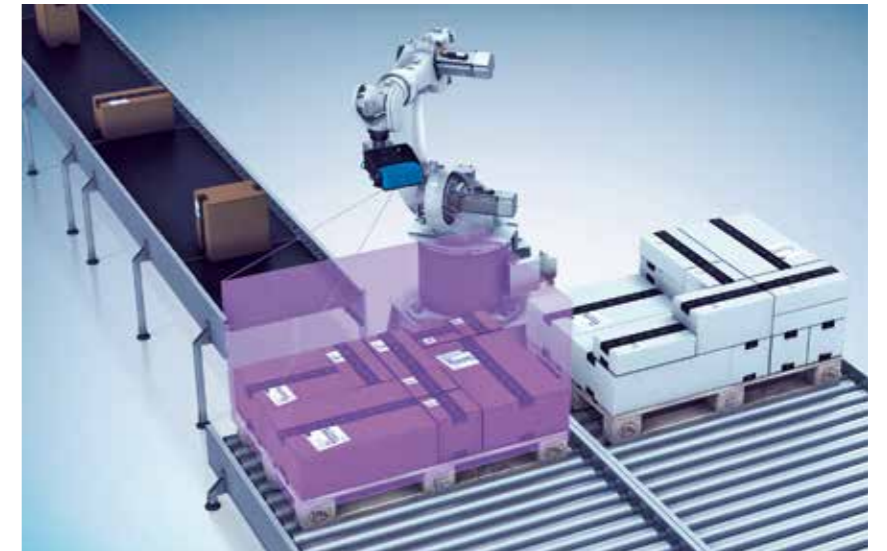
sen periaatteeseen: integroitu valonlähde lähettää valoa, joka lopulta heijastuu kohteen pinnasta takaisin kameraan. Lähetetyn ja palaavan valon väliltä mitatun pienen aikaeron avulla voidaan määrittää kohteen etäisyys. Saatu data muunnetaan erityisten algoritmien avulla kolmiulotteiseksi kuvaksi. Kameran suuren kuvaustaajuuden ansiosta tämä prosessi voi toistua jopa 50 kertaa sekunnissa. Tehokkaan integroidun aktiivisen valonlähteen ansiosta kamera soveltuu käyttöön jopa täysin pimeässä ja tunnistaa sellaisetkin kohteet, joiden heijastusominaisuudet ovat erittäin heikot.

Konevalmistajan vastaanottojärjestelmässä robotin käsivarteen sijoitettu kamera kulkee jatkuvasti mukana valvovana silmänä. Se pystyy seuraamaan robotin dynaamisia kiihdytyksiä, suunnanvaihtoja sekä tärinää, ja toimittamaan konkreettista dataa robotille. 3D-Snapshot-tekniikka oli tässä Neadvancelle tehdyssä sovelluksessa erityisen tärkeä, koska se pystyy mittaamaan jokaisen yksittäisen pikselin syvyys- ja intensiteettitiedot samanaikaisesti. Ja koska Visionary-T -kamera ei tarvitse liikkuvia osia syvyystietojen keräämiseen, kestää se hyvin ulkoista tärinää ja iskuja. Tämä ominaisuus on tärkeä juuri silloin, kun – kuten tyypillisessä tavaroiden vastaanotossa – toimitettujen tavaroiden automaattisen vastaanoton on tapahduttava nopeasti.

Visionary-T CX -kamera tuottaa 3D-pistepilveä, jota voidaan käyttää sopivien Neadvancen kehittämien – 3D-muotoanalyysiin perustuvien – algoritmien avulla laatikoiden paikkojen määrittämiseen. Sen jälkeen robotti ajaa koordinaattien osoittamaan paikkaan erityisellä tartuntalaitteella, vastaanottaa tavarat ja asettaa ne hihnalle. Seuraavaa laatikkoon tarttumista varten prosessi alkaa alusta. Robotti ajaa kuormalavan yli, kamera ottaa tarvittavat kuvat ja tuottaa 3D-datan, jota ohjauksyksikkö sitten analysoi seuraavia kohdekoordinaatteja varten.

## Yhteinen tekniikka tuo menestystä

Ennen ratkaisun käyttöönottoa konevalmistajalla oli tavaroiden vastaanotos-



Visionary-T tekee kohteesta 3D-mallin määrittääkseen koordinaatit robotin tarttujalle.

saan jo käytössä omia lisälaitteita autonomisen robottiaseman kehittämiseksi. Nämä lisälaitteet perustuivat kuitenkin enimmäkseen 2D-kuvadataan eivätkä tuoneet toivottua tulosta.

Siirtyminen SICKin 3D-Snapshot-tekniikkaan ja yhteistyö Neadvancen kanssa teknisen suunnitteluprosessin aikana johtivat tekniseen läpimurtoon. Tämän yhteistyön olennaisena tavoitteena on tehdä prosesseista mahdollisimman kitkattomia ja vakaita – mikä on erityisen tärkeä näkökulma, kun vaikeasti kuljetettavat tavarat edellyttävät robotilta vaativia tartuntaprosesseja.

Projektitiimi keskittyi kehitystyössä ennen kaikkea monimutkaisempien tartuntaprosessien parantamiseen entisestään. 3D-kuvat ja niitä vastaavat pistepilvet tarjoavat erittäin hyviä mahdollisuuksia tapahtumien tarkempaan mittaamiseen ja mukautusten tekemiseen vielä käynnissä olevan projektin aikana. Joustavuus sisältyikin kehitysvaatimukseen, sillä vaikuttavat tekijät konkreetisoituivat vasta käyttöönoton yhteydessä paikan päällä. Uusi ratkaisu toimii niin tehokkaasti, että konevalmistaja suunnittelee sen käyttöönottoa muillakin tehtailla.



Sick tarjoaa erilaisia stereo-, time of flight- ja active stereo-kamaroita 3D-mailmaan.



# Digitaaliset kaksoiset ja virtuaalinen käyttöönotto tehdasympäristössä

”Uuden tuotantoratkaisun suunnittelu ja käyttöönotto on usein aikaa vievää ja kallista”

Tässä artikkelissa käydään läpi muutamia termejä ja teknologioita, joista kysytään usein.

Esittelemme myös niiden sovelluksia ja kerromme, miksi ne ovat mielestämme tärkeitä.

TEKSTI UMAIR EJAZ, VISUAL COMPONENTS KUVAT ISTOCKPHOTO

Saksan tekoälytutkimuskeskuksen johtaja, professori Wolfgang Wahlster esitteli termin Teollisuus 4.0 ensimmäisen kerran esityksessään Hannoverin messuilla vuonna 2011. Nykyään termiin voi törmätä monenlaisissa yhteyksissä, mutta samana on säilynyt perusajatus: Se

yhdistää teollisuuden koneet ja prosessit yhdeksi verkostoksi tieto- ja viestintäteknologian avulla.

Teollisuus 4.0:n näkymät ja lupaukset ovat niin suuret ja vaikutus niin merkittävä, että valmistajat eivät voi jättää sitä huomiotta. Useimmat tutkimusyhtiöt arvioivat Teollisuus 4.0 -tekno-

logioiden markkinan vähintään kaksinkertaistuvan seuraavan viiden vuoden aikana, joten se on valtava tilaisuus sekä ratkaisujen toimittajille että valmistusteollisuudelle. Myös sen vaikutuksen maailmantalouteen odotetaan olevan merkittävä: McKinsey arvioi Teollisuus 4.0 -teknologioiden vuotuisen vaikutuk-

sen tehtaissa kohoavan 1,2–3,7 biljoonan dollariin vuoteen 2025 mennessä.

## Digitaalinen kaksonen

Digitaalisen kaksosen konsepti alkoi saada nostetta 2000-luvun alkupuolella erityisesti Michiganin yliopiston **Michael Grievesin** työn myötä. Grievesin ehdotuksessa digitaalisen kaksosmallin muodostavat kolme pääosaa: fyysiset tuotteet todellisessa tilassa, virtuaaliset tuotteet virtuaalisessa tilassa ja data- ja tietoyhteydet, jotka yhdistävät virtuaaliset ja todelliset tuotteet.

Vuosien aikana digitaalisen kaksosen määritelmä ja visio sen mahdollisuuk-

sista on kehittynyt, mutta perusajatus on pysynyt samana: ohjelmiston luoma virtuaalinen ja dynaaminen kopio vastaavista fyysisistä laitteista ja prosesseista.

Digitaalisella kaksosella on jo monia sovelluksia ja käyttökohteita, ja uusia mahdollisuuksia tutkitaan aktiivisesti. Digitaalisia kaksosia käytetään yleisesti esimerkiksi järjestelmällisten valintojen todellisesta maailmasta kerätyillä tiedoilla, päätöksenteon tukena ja varoitusten tuottamiseen käyttäjille, fyysisissä järjestelmissä ajan myötä tapahtuvien muutosten ennustamiseen sekä uusien sovellusmahdollisuuksien ja tulonlähteiden tunnistamiseen.

Digitaalisten kaksosten käyttämiseen liittyy houkuttelevia etuja: niiden avulla voidaan esimerkiksi lisätä tehokkuutta, parantaa tuotteiden laatua, vähentää suunnittelemtomia seisokkeja ja lyhentää käynnistysaikoja. Digitaalisia kaksosia voidaan hyödyntää niin tehtaan alustavassa suunnittelussa kuin käyttöönotossa ja ylläpidossa, joten ne tuovat lisäarvoa tuotannon koko elinkaareen.

Kasvava kiinnostus digitaalisiin kaksosiin on alkanut näkyä myös teollisuuden investoinneissa. Termi on ollut pinnalla jo muutaman vuoden, mutta nyt yhä useammat valmistajat pyrkivät hyötymään konseptista. LNS Research teki hiljattain kyselytutkimuksen 300:lle tehdasteollisuuden johtajalle. Kyselyn vastaajista 75 prosenttia hyödynsi tai suunnitteli hyödyntävänsä digitaalisia kaksosia omassa organisaatiossaan.

## Virtuaalinen käyttöönotto

Uuden tuotantoratkaisun suunnittelu ja käyttöönotto on usein aikaa vievää ja kallista. Kun järjestelmä on suunniteltu ja laitteet asennettu, ennen tuotannon aloittamista jäljellä on vielä yksi vaihe – käyttöönotto. Sen aikana integroidaan ohjauslaitteet, korjataan havaitut virheet, laaditaan menettelyt ja perehdytetään käyttöhenkilöstö uusien laitteiden, prosessien ja menettelyjen käyttöön.

Käyttöönottovaiheen suunnittelu on haastavaa, ja vaihe kestää usein suunniteltua kauemmin. Tämä voi viivästyttää tuotantoa ja toimituksia tai jopa aiheuttaa tappioita.

Digitaalisia kaksosia voidaan hyödyntää monella eri tapaa esimerkiksi suunnittelumuutoksissa ja diagnostiikassa. Koska digitaalinen malli vastaa tarkasti fyysisiä laitteita, sen avulla voidaan myös virtaviivaistaa ja optimoida käyttöönottovaihetta. Virtuaalisessa käyttöönotossa uutta järjestelmää tai robotisolua testataan digitaalisen kaksosen avulla simuloitussa virtuaaliympäristössä, ennen kuin se otetaan käyttöön todellisessa maailmassa. Digitaalisen kaksosen avulla voidaan esimerkiksi testata koodia ja korjata virheet virtuaaliympäristössä, simuloida laitteiden toimintaa, tunnistaa mahdolliset ongelmat ja arvioida nopeasti vaihtoehtoisia ratkaisuja, simuloida robotisolun toimintaa, kehittää toimintamenettelyjä, kouluttaa valvojia ja käyttöhenkilöstöä sekä simuloida uusien koneiden vaikutusta olemassa oleviin toimintoihin, jotta mahdolliset pullonkaulat ja tilarajoitukset voidaan havaita ja korjata ennen asennusta.

Virtuaalisen käyttöönoton avulla suunnittelijat ja käyttöhenkilöstö voivat siis testata uusia asennuksia ja mahdollisia säätöjä ennen niiden toteuttamista fyysisessä maailmassa – sekä käynnistys- että ylläpitovaiheissa. Tämä sujuvoittaa asennusta ja integrointia, auttaa pysymään budjetissa ja minimoi tuotantoon vaikuttavat seisokit.

## 3D-tuotantosimulaatiot teollisuusprojektien suunnittelussa

Tehdasteollisuus investoi entistä voimakkaammin uusiin ja innovatiivisiin ratkaisuihin, mikä avaa tuotannon kehittämisestä vastaaville insinööreille ja tuotannonsuunnittelijoille kiehtovia mahdollisuuksia. Kun tehtaita nykykaistetaan, 3D-simulointiohjelmisto on olennainen työkalu uudenlaisten teollisuusprojektien tai esimerkiksi uuden





älytehtaan suunnittelussa. Visual Components -alustan avulla valmistajat voivat riskittömästi suunnitella, testata, optimoida ja ottaa käyttöön tuotantoratkaisuja virtuaaliympäristössä. Olemme koonneet tähän muutamia tosielämän esimerkkejä, joissa Visual Components oli merkittävästi edesauttamassa projektin onnistumista.

Autonvalmistajat ulkoistavat aiempaa suuremman osan tuotannostaan alihankkijoille. Kun samalla erilaisten mallien määrä on kasvanut, alihankkijoiden haasteena on käsitellä entistä pienempiä eräkokoja tehokkaasti ja taloudellisesti. Monet valmistajat turvautuvat joustaviin tuotantosoluihin, jotka pystyvät käsittelemään itsenäisesti nopeasti muuttuvia tilauksia ja tuottamaan vaihteistokoteloita, olka-akseleita ja muita vastaavia osia enimmäkseen automaattisesti. Lisäksi käytössä on mittaus-, kokoamis- ja puhdistussovelluksia, jotka täydentävät mekaanista työstöprosessia.

#### Joustavat valmistusjärjestelmät simuloinnin avulla

FFG Europe & Americas -konserniin kuuluu suuria saksalaisia, italialaisia,

sveitsiläisiä ja amerikkalaisia koneistustyökalujen valmistajia. Yhtiö tarjoaa laajan valikoiman teknisiä ratkaisuja jyrsintään, sorvaamiseen, hiontaan ja rattaiden valmistukseen. Se myös suunnittelee yksilöllisiä automaatio-konsepteja ja yhdistää koneite oheislaitteisiin kokoamista tai mittauksia varten. FFG-konserniin kuuluvan MAG:in tehdasautomaatio-osasto suunnitteli ja optimoi Visual Componentsin avulla joustavan valmistusjärjestelmän automaattista tai lähes automaattista tuotantoa varten.

MAG:in ensimmäinen työvaihe oli laatia tarkka pohjapiirros solusta, johon joustava valmistusjärjestelmä rakennettaisiin. Kaikkien järjestelmien oli liitettävä toisiinsa saumattomasti, eikä materiaalivirrassa saanut olla viiveitä, oli sitten kyse laivojen toimituksesta tai vaikkapa niiden kuljetuksesta seuraavalle valmistusasemalle. Tehtävää vaikeuttivat eri työkappaleiden erilaiset käsitteilyajat.

Kun simulaatiomalli oli luotu, MAG pystyi mitoittamaan robotin kehikon pituuden, korkeuden ja sijainnin tarkasti siten, että robotti pystyi akseliensa rajoissa liikkumaan nopeasti kaikkiin

tarvittaviin asentoihin ilman, että sattui törmäyksiä robotin, paletin ja koneen välillä.

MAG suunnitteli ja optimoi valmistusjärjestelmän layoutin ja mitat sekä robotin etäohjelmoinnin. MAG simuloi Visual Components -ohjelmistolla koko tuotantoprosessin ja vihivaunun, robotin ja työstökoneen saumattoman yhteistoiminnan. Simulaatiomalli auttoi minimoimaan tuottamattoman ajan ja ratkaisemaan ongelmia, jotka liittyvät robotin ulottuvuuteen ja törmäyksien välttämiseen.

Kun simulaatiomalli oli valmis, MAG ajoi solusta ulos virtuaalio-dellisuusmallin sekä kolmiulotteisia, animoituja PDF-tiedostoja ja videoita, joissa simuloitu tuotantoprosessi näkyy kaikista kulmista. Visual Componentsilla luotiin myös tilastoja tuotannon tunnusluvuista sekä 2D-piirroksia koneen, robotin ja kehikon asettelusta. Myös robotin ohjaamiseen tarvittavat tiedot voitiin siirtää suoraan robotin ohjaimelle Visual Componentsista.

Projekti onnistui niin hyvin, että sitä esiteltiin AMB 2018 -messuilla. Todellisen valmistussolun lisäksi messuosaston näyttöruuduilla esiteltiin Visual Componentsin avulla mallinnettua digitaalista kaksosta, simulaatiota ja tuloksia. Asiakkaista ja messukävijöistä oli hienoa nähdä, kuinka prosessi- ja järjestelmäsimulaatiot varmistavat suurimman mahdollisen läpinäkyvyyden aina suunnitteluvaiheesta lähtien.

MAG ja Visual Components osoittavat, miten tulevaisuuden tuotanto voi olla lähempänä asiakasta ja joustavampaa ja älykkäämpää kuin aiemmin. 3D-simulointiohjelmistolla joustavan valmistusjärjestelmän eri parametrit voidaan säätää varmistamaan mahdollisimman suuri kokonaistuottavuus. Ohjelmistolla voidaan optimoida tärkeitä tekijöitä, kuten tuottamaton aika, työkiertojenkesto, laitteiden sijoittelu, automaatioaste ja toteutustapa ja koneiden käytettävyyssaste. projektia näin:

”Visual Componentsin avulla voimme esimerkiksi muuttaa robotin asentoa ja parametreja ja optimoida järjestelmän tarkasti tarpeiden mukaan. Näin voimme välttää kalliita suunnit-

teluvirheitä ja tehdä parempia tarjouksia, mikä tehostaa myyntityötämme”, MAG:in Digital Factory / Automation -osastolla työskentelevä projektipäällikkö Marcel Deess kommentoi

#### Kone parantaa simulaatioilla tuottavuutta

KONE on maailman johtava hissien ja liukuportaiden valmistaja, jolla on toimintoja 60 maassa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2019 oli 10 miljardia euroa, ja sillä on eri puolilla maailmaa kahdeksan tutkimus- ja kehityslaitosta ja seitsemän tuotantolaitosta. Kone valmistaa hissejä, liukuportaita ja automaattiovia sekä tarjoaa ylläpito- ja modernisointiratkaisuja, jotka lisäävät rakennusten elinkaariarvoa.

Kone on kasvanut vuosien mittaan, joten myös sen tehtaiden vaatimukset

ovat muuttuneet. Vuonna 2017 Koneen tehdasratkaisujen tiimi alkoi etsiä ratkaisua, joka helpottaisi uusien tuotantoratkaisujen suunnittelua, mutta myös tehostaisi sidosryhmäviestintää suunnitteluprosessin aikana. Arvioituaan mahdollisia ohjelmistoratkaisuja tiimi päätyi Visual Componentsiin.

Globaali kehitystiimi aloittaa uudet investointiprojektit yleensä luomalla mallit linjoista tai työasemista. Kun tiimi on päätenyt ratkaisuun, jonka se uskoo toimivan, luodaan linjaston layout. Tämän jälkeen tiimi simuloi tuotannon työnkulkua, varmentaa tuotantolaskelmat ja tilavaatimukset ja etsii optimointi- ja kustannussäästämahdollisuuksia. Tuloksia on helppo esittää muille sidosryhmille visuaalisen työkalun avulla. Kun projekti on saa-

nut johdon hyväksynnän, tiimi tuottaa ohjelmasta simulointivideoita, kolmiulotteisia, animoituja PDF-tiedostoja ja 2D-piirustuksia, jotka helpottavat viestintää muissa tehtaissa työskentelevien kollegoiden kanssa ratkaisun käyttöönoton aikana.

Koneen tehdasratkaisujen tiimiä Visual Components hyödyttää eniten siinä, että aikaa säästyy kehitysprosessissa. Ohjelmisto nopeuttaa päätöksentekoa ja tehostaa sidosryhmäviestintää. Myös time-to-market -aika lyhenee. Koneen suunnittelutiimillä on käynnissä useita projekteja tehtaiden suunnittelusta Intiassa aina tulevaisuuden teknologiakonseptien testaamiseen. Ohjelmisto auttaa sitä toimimaan tehokkaammin ja vastaamaan Koneen tuotteiden kasvavaan kysyntään.



## Teollisuuden automaatoratkaisut

Algol Technics toimittaa räätälöidyt automaatio- ja robotiikkaratkaisut kevyestä kokoonpanosta raskaaseen prosessiteollisuuteen - pienistä kuljettimista kokonasiin automaattivarastoihin.

- Robotit ja robottisolut.
- Nosturit ja nostoratkaisut.
- Logistiikkaratkaisut.
- Yhteistyörobotit.
- Mobiilirobotit.





# Cobotti tehostaa tuotantoa

Serviisi-hankeen tavoitteena oli välittää kolmessa vuodessa Keski-Pohjanmaan yrityksille uusinta tietoa yhteistyörobotiikasta eli coboteista ja viedä niitä yrityksille testattaviksi. Kaukaisena pidetty robotiikka on tullut monelle yritykselle näin tutuksi. Hanketta vetää Centria-ammattikorkeakoulun projektipäällikkö Jouni Vähäsöyrinki.

TEKSTI **JUKKA NORTIO** KUVAT **MARTINA STORE JA KET-MET OY**

**K**un robotiikkahankkeita lähdetään viemään eteenpäin yrityksissä, pitää ensin tehdä selkeä tarvekartoitus, mihin tarkoitukseen yhteistyörobotiikka voi tuoda ratkaisun. Käytännössä tämä tarkoittaa syvällistä perehtymistä tuotantoprosesseihin ja robotisointikohteiden tunnistamista.

”Yritys on usein itse tunnistanut pullonkauloja, mutta se ei aina riitä. Ongelman luonne pitää ymmärtää: joh tuuko se kapasiteetista, työterveydestä,

työvoiman saatavuudesta vai mistä. Kun tämä ymmärretään, voidaan sitä lähteä ratkomaan robotisovelluksella”, Vähäsöyrinki sanoo.

## Yksinkertainen on kaunista

Ensimmäisen robotisovelluksen pitää olla mahdollisimman yksinkertainen eli sellainen, että se ratkaistaan vakioroboteilla ja niihin liittyvillä perustyökaluilla. Näin se voidaan ottaa nopeasti käyttöön ja siitä saadaan myös nopeasti hyötyjä.

”Jos lähdetään suunnittelemaan liian monimutkainen solu, järjestelmän kompleksisuus aiheuttaa häiriöitä, suunnittelun kustannukset kasvavat, tarvitaan erikoisosaamista ja käyttöönotto pitenee. Aina on parempi ottaa käyttöön useita yksinkertaisia cobotteja kuin yksi, joka tekee useita tehtäviä”, Vähäsöyrinki sanoo.

Alkuvaiheeseen kuuluu myös cobotin toiminnan ohjelmallinen simulointi, jossa nähdään sekä cobotin mahdollisuudet, että rajoitukset. Täl-

löin paljastuu myös cobottisolun kapasiteetti.

Vaikka cobotit mahdollistavat monien työvaiheiden tehostamisen, on niiden käyttöönotossa syytä pitää jalat maassa. Uuteen teknologiaan liittyy runsaasti hypeä ja kauniita myyntipuheita.

”Yhteistyörobotia hankittaessa on perehdyttävä eri valmistajien vaihtoehtoihin. Cobottien soveltuvuudessa, ohjelmitavuudessa ja käytettävyydessä on eroja. On katsottava tarkoin, mikä cobotti sopii omiin tarpeisiin parhaiten. Siksi niitä kannattaa testata tosi toimissa”, Vähäsöyrinki sanoo.

## Nappi pohjaan ja menoksi

Siirrytään Keski-Pohjanmaalta Itä-Suomeen, missä savonlinnalainen konepajayhtiö Ket-Met löysi cobotit vuonna 2016. Hyvien kokemusten saattamana cobotteja on käytössä nyt viisi. Niiden edut verrattuna perinteisiin teollisuusroboteihin näkyvät jo laitteiden käyttöönotossa.

”Emme tarvitse ketään ulkopuolista robotin käyttöönottoon, vaan laitoimme sen itse konepalveluun. Osa

roboteista tekee myös yksinkertaista kokoonpanoa. Olemme testanneet niillä myös jälkityöstöä kuten hiontaa”, Ket-Metin toimitusjohtaja **Tuomas Kalanen** sanoo.

Konepalvelu tarkoittaa kappaleiden tuontia koneelle, sen pois ottamista koneelta sekä koneen ja se työkalujen puhdistamista niin, että työtökoneelle voidaan tuoda seuraava kappale työstettäväksi. Kun robotti tekee kaiken tämän, poistuu toisteen ja usein puuduttavaksi koettu manuaalinen työ.

Varsinaista robotin ja työntekijän yhteistyötä Ket-Metillä ei ole, vaan molemmilla on selkeästi omat tehtävät. Esimerkiksi sorvissa työstetyt kappaleet menevät pesukoriin, jonka ihminen vie pesukoneeseen ja muihin myöhempisiin vaiheisiin.

Yhteistyörobotit soveltuvat Ket-Metin työhön erinomaisesti, koska yritys valmistaa pieniä sarjoja ja melko kevyitä kappaleita. Cobotit joustavat helposti uusiin tehtäviin, sillä niiden ohjelmointi ei vaadi ohjelmointitaitoja, vaan cobotin toimintatavan oppii muutamassa tunnissa.



Jouni Vähäsöyringin mukaan on parempi ottaa käyttöön useita yksinkertaisia cobotteja kuin yksi, joka tekee useita tehtäviä.

”Robotin opettaminen on helppoa: painat nappin pohjaan, vedät robotin johonkin asentoon ja sanot, että tämä on yksi piste. Sitten painat nappin uudelleen pohjaan ja siirät robotin toiseen

## Toista maata kuin teollisuusrobotit

**CENTRIAN Jouni Vähäsöyringin** maailmassa cobotille on ominaista se, että ne ovat yksinkertaisia ohjelmoida.

”Veimme hitsauscobotin yritykseen. Meni vain pari tuntia, kun yrityksen kaveri oli saanut cobotin toimimaan haluamallaan tavalla”, Vähäsöyrinki sanoo.

Toinen asia on turvallisuus eli cobotti ei vaadi yhtä massiivista turvallisuusarsenaalia kuin perinteinen teollisuusrobotti. Mutta täysin riskittömiä ne eivät ole.

”Kyllä cobottikin tarvitsee riskianalyysin. Jos cobotilla on pyörivä terä tai muu vastaava leikkaava työkalu, se voi aiheuttaa vaaratilanteen”, Vähäsöyrinki sanoo.

Cobotit ovat teollisuusrobotteja pienempiä ja ne on tarkoitettu pienemmille kuormille. Ne ovat helposti siirrettäviä ja usein tarkoitettuja joustaviin käyttötarkoituksiin niin, että cobottia voidaan käyttää helposti pienellä muuntelulla monenlaisiin tarpeisiin.

Kun **Tuomas Kalanen** vertaa Ket-Metille hankittuja cobotteja perinteisiin teollisuusroboteihin, nostaa hän päällimmäiseksi eduiksi helpon käyttöönoton, joustavuuden, helpon ohjelmitavuuden, siirrettävyyden sekä sen, ettei cobotti vaadi monipuolisia turvalaitteita.

”Alhaiset aloituskustannukset sekä nopea käyttöönotto ovat olleet meille tärkeä asia ensimmäisestä robotista alkaen. Nämä asiat lyhentävät merkittävästi takaisinmaksuaikaa”, Kalanen sanoo.

Kokemukset ovat olleet niin hyvät, että jatkossa jokainen työtökone saa Ket-Metissä seurakseen robotin.

”Pienemmissä koneissa päädyimme jatkossakin yhteistyörobotiin. Jatkossa isommat koneet voivat saada rinnalle teollisuusrobotin riippuen niiden kehityksestä. Olemme saaneet yhteistyörobottien avulla paljon valmiuksia myös vaativimpien robottien käyttöönottoon”, Kalanen sanoo.





Kuvassa Cobottityöpiste Ket-Met Oy:ssä.

asentoon. Tämän jälkeen robotti osaa jo toistaa liikettä näiden kahden asennon välillä. Ideana on se, että meillä on valmiina muutama valmis ohjelmarunko, joiden pisteitä kuka tahansa voi muuttaa aika näppärästi”, Kalanen sanoo.

#### Henkilökunta mukaan

Kun cobottihankkeessa päästään kilpailutuksen jälkeen teknologia- ja toimittajavalintaan, on robotteja aina syytä pyytää laitteita koekäyttöön. Tällöin kannattaa mukaan ottaa kumppaniksi esimerkiksi alaa tuntevaa puolueeton taho kuten ammattikorkeakoulu. Tässä vaiheessa selvitetään myös laitteen tekninen tuki, miten päivitykset hoidetaan, miten huolto on järjestetty, miten erilaisia lisälaitteita on saatavilla ja mitkä ovat eri palveluiden hinnat.

Koko henkilökunnan perehdytys on onnistuneen cobottihankkeen ytimessä. Näin siksi, että ensimmäiseen cobottiin liittyy usein ennakkoluuloja, pelkoja ja jopa vastustusta, kun työntekijät ovat huolissaan työpaikoistaan.

”Mitä enemmän ihmiset saavat tietoa, sitä enemmän he näkevät, että cobotit ratkaisevat ongelmia eivätkä vie työpaikkoja. Cobotit pitäisikin katsoa ennen kaikkea työkaluina, joiden käytölle yrityksissä löydetään koko

ajan uusia käyttötapoja”, Vähäsöyrinki sanoo.

#### Selkeät tavoitteet tarpeen

Cobottihankkeella pitää Vähäsöyringin mukaan olla aina konkreettiset ja yksinkertaiset tavoitteet. Määrä voi olla esimerkiksi kapasiteetin nosto eli kuinka paljon halutaan lisää tuotantoa.

”Laadullinen tavoite voi olla työvaiheen vakiointi, jolloin käsityön poistuu työn laatu paranee. Työturvallisuuden parantamista tulee myös tarkastella, kun raskas työvaihe tai myrkyllisille aineille altistus poistuu, kun cobotti ottaa työvaiheen hoitaakseen”, Vähäsöyrinki sanoo.

Taloudelliset vaikutukset tulevat monelta suunnalta: tuotantokustannukset alenevat, lisää myyntiä ja kyky hankkia uusia asiakkaita, kun asema arvoketjussa muuttuu.

Teknologiainvestoinnit avavat usein ovia uusiin asiakkuuksiin ja yhteistyökuvioihin, kun toimintatavat kehittyvät ja kyky tuottaa laajempia kokonaisuuksia paranee.

”Tavoitteet ja niistä johtuvat mittarit pitää miettiä tarkoin hankkeen alussa. Mittariston on syytä olla monipuolinen, sillä robotisaatiolla voi olla hyvin laaja-alaiset vaikutukset”, Vähäsöyrinki sanoo.

Ket-Metin viiden cobotin takaisinmaksuaika on vaihdellut kuuden kuukauden ja kahden vuoden välillä. Yksikään niistä ei ole tarvinnut varsinaista huoltoa ja ylläpitoa.

”Robotit ovat toimineet moitteetta. Pelkkää putsamista on ollut ja pari kaapelia piti sähläyksen takia uusia”, Kalanen sanoo.

Cobotit tuottavat takaisinmaksuajan jälkeen puhtaita euroja.

”Joillakin koneilla olemme saaneet tuplamäärän tunteja per henkilö eli 40 000 – 50 000 euroa vuodessa, joka on robotin hankintahinta. Toisilla koneilla hyöty on tullut sitä kautta, että ilman robotteja emme olisi saaneet uusia töitä eli emme olisi päässeet siihen kustannustasoon, johon nyt. Kasavirtaan positiivinen vaikutus on se, että robotit on hankittu viiden vuoden rahoituksella ja niiden takaisinmaksuaika on ollut keskimäärin vuosi”, Kalanen sanoo.

#### Nopeaa kehitystä

Cobottien maailma kehittyy Vähäsöyringin mukaan vauhdikkaasti. Erilaisen lisävarusteiden lisääntyminen muistuttaa kännyköiden applikaatiokauppaa, johon tulee jatkuvasti uusia cobottisovelluksia mahdollistavia tuotteita.

”Cobottien älykkyys, autonomia, vuorovaikutus ja turvallisuus paranevat koko ajan. Niiden fyysinen olomuoto muuttuu monikäyttöisemmäksi eli ne voivat olla jatkossa muutakin kuin käsivarsia. Samalla niiden integraatio osaksi tuotantoympäristöä paranee. Onkin tärkeää, että vuorovaikutus käyttäjien ja cobottikehittäjien välillä tiivistyy, jotta uudet sovellusapuvälitteet syntyvät palvelemaan uusia käyttötarkoituksia”, Vähäsöyrinki sanoo.

Cobottien käyttö kehittyä kokoonpanotöissä monipuolisempiin, hienomekaanisempiin ja tarkkuutta vaativimpiin tehtäviin, joissa ihmisen motorikka ja älykkyys ovat olleet toistaiseksi ylivoimaisia cobotteihin verrattuna. Ensimmäinen askel tähän on se, että cobotille ohjataan avustava työ eli se tuo työntekijälle osan, asettaa sen paikalle ja työntekijä kiinnittää ja tarkastaa, että liitos on kunnossa.

**AUTOMAATIOSEURAN  
UUSI KIRJA MYNNISSÄ:**

# AUTOMAATION TIETOTURVA – KRIITTISEN TUOTANNON TURVAAMINEN

HINTA  
**55** EUR  
+ alv

**Suomen  
Automaatioseuran  
jäsenille -10%  
alennus.**

Myös määrä- ja oppilaitosalennuksia.

**AUTOMAATION  
TIETOTURVA**  
Kriittisen tuotannon turvaaminen



ISBN: 978-952-5183-58-0  
ISSN 1455-6502  
SAS julkaisusarja nro 51

© Suomen Automaatioseura ry

Automaatioteollisuudessa tietoturvan merkitys ja haasteet ovat kasvaneet edelleen lähes eksponentiaalisesti.

Haasteisiin vastaa uusi, yli 30 alan huipputoimittajan kirjoittama kirja **Automaation tietoturva - Kriittisen tuotannon turvaaminen:**

- auttamalla vastaamaan toimintaympäristön muutoksen haasteisiin
- antamalla kokonaisnäkemyksen tietoturvallisen toiminnan ja kehittämisen kokonaisuudesta ja periaatteista automaatiassa
- nostamalla esiin viimeisten vuosien automaation tietoturvaan keskittyneiden kehityshankkeiden kautta saataville tulleita aineistoja
- toimimalla suomenkielisenä peruslähteenä kriittisen infrastruktuurin automaation tietoturvaan, alan ammattilaisten kansantajuisena lähdeaineistona, sekä palvelemalla opetusta alan oppilaitoksissa

Kirja on tarkoitettu kaikille automaation parissa työskenteleville, toimialalle siirtyville ja aihetta opiskeleville. Kirjassa on hyvin jäsenlleen tekstin lisäksi runsaasti havainnollistavia taulukoita ja kuvia sekä valaisevia case-esimerkkejä.

**TUTUSTU LISÄÄ JA TILAA:**

[www.automaatioseura.fi/AutomaationTietoturva](http://www.automaatioseura.fi/AutomaationTietoturva)



**SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY**  
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

office@automaatioseura.fi | 050 4006624





# Digitaalinen kaksonen robottijärjestelmissä

Fastems tutkii virtuaalisen käyttöönoton mahdollisuuksia ja hyödyntää offline-ohjelmointia robottijärjestelmien virtuaalisessa käyttöönotossa.

TEKSTI JA KUVA MIKKO UKKONEN, FASTEMS OY AB

Offline-ohjelmoin avulla teollisuusrobotti pystytään käyttöönottamaan virtuaalisesti ilman fyysistä laitetta. Robottijärjestelmän virtuaaliseen käyttöönottoon liittyy kuitenkin usein myös muita ohjausjärjestelmiä, kuten esimerkiksi soluohjaimena toimiva PLC ja Fastemsin oma Manufacturing Management Software -ohjelmisto.

Simulaatiomalleja ja erilaisia visualisointeja on käytetty pitkään konseptisuunnittelussa, myynnin tukena sekä havainnollistamassa automaatiojärjestelmien toimintaa. Myös Fastems käyttää kirjastomalleihin perustuvaa simulointia, jolla voidaan laskea järjestelmän jalanjälki, suorituskyky sekä tehdä alustava kustannus- ja soveltuvuusarvio. Simulaatioiden puutteena

virtuaaliseen käyttöönottoon on kuitenkin usein riittämätön vastaavuus toimittavaan järjestelmään. Epätarkkuutta esiintyy erityisesti kirjastojen 3D-malleissa eli mekaniikassa ja ohjelmoinnissa. Visualisointiin käytettävää ohjelmointia ei voida suoraan hyödyntää toimitettavassa järjestelmässä, mutta joskus jälkikäsitellyllä ohjelmisto voidaan ladata esimerkiksi robottiin. Näiden

simulaatiomallien soveltuvuutta virtuaaliseen käyttöönottoon voidaan siis pitää vähintäänkin puutteellisena.

## Offline-ohjelmointi robotiikan työjuhtana

Robotiikan offline-ohjelmointi on ollut saatavilla jo 1980-luvulla, ja se on edelleen digitaalisen käyttöönoton pohjana. Offline-ohjelmoinnilla tarkoitetaan projektikohtaista robotin ohjelmointia offline-tilassa. Ohjelmointi voidaan tehdä paikkariippumattomasti ilman fyysisiä laitteita 3D-maailmassa, käyttäen ohjelmistotyökaluja, kuten Fanucin Roboguide-ohjelmistoa. Offline-ohjelmointi siirretään kalibroimalla fyysisiin järjestelmiin ja se vähentää ohjelmointitarvetta paikan päällä, aikaistaa virheiden löytymistä ja helpottaa testaamista. Järjestelmää ei kuitenkaan voida täysin käyttöönottaa robotin offline-ohjelmointiympäristössä, sillä järjestelmään kuuluu soluohjain sekä ohjelmoitavia logiikoita lisälaitteineen.

## Digitaalinen kaksonen virtuaalisen käyttöönoton alustana

Digitaalinen kaksonen on tarkka mallinnus fyysisestä järjestelmästä. Kyseessä ei ole geneerinen visualisointi, kuten tuotantosimulaatioissa yleensä konseptisuunnittelua varten. Digitaalisesta kaksosesta tietojen synkronointi fyysiseen järjestelmään mahdollistaa virtuaalisen käyttöönoton, ja synkronointi takaisin fyysisestä järjestelmästä digitaaliseen kaksoseseen mahdollistaa tuotteen elinkaaren hallinnan. Virtuaa-

”Virtuaalisen käyttöönoton tavoitteena on minimoida järjestelmän seisokit”

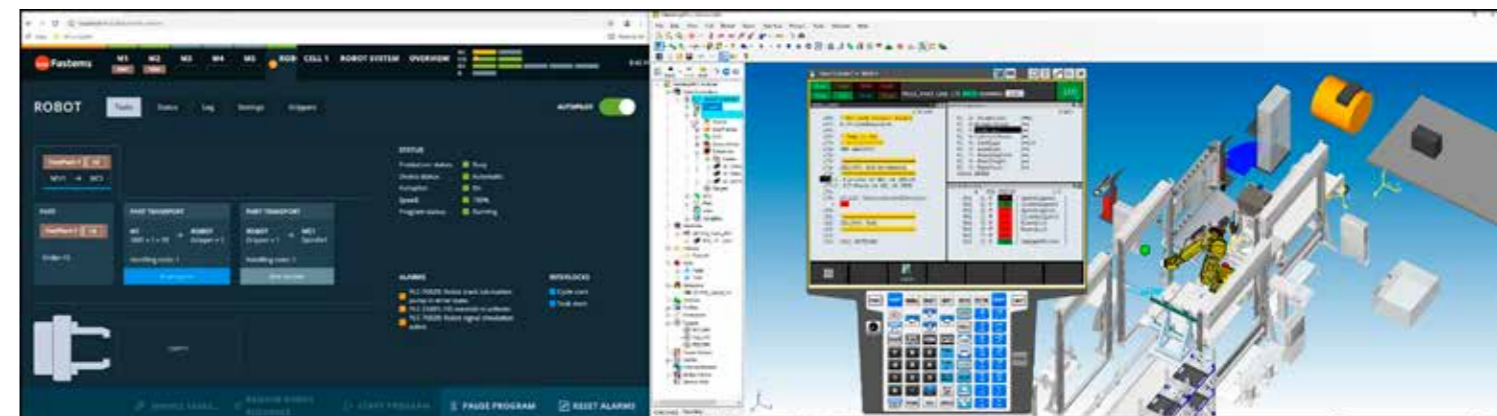


lisen käyttöönoton tavoitteena on minimoida järjestelmän seisokit ja nopeuttaa käyttöönottoa paikan päällä.

Virtuaalisen käyttöönoton valmistelussa ohjelmistokehittäjät tekevät oman osuutensa itsenäisesti ja versiohallitusti. Ohjelmistojen testaaminen tapahtuu omissa ympäristöissä yksikkötasolla, jolloin jokainen ohjelmistokehittäjä voi olla varma, että oma osuus on valmis. Tämän jälkeen muodostetaan digitaalinen ympäristö, jonka tutkimusvaiheessa on ajateltu pyörivän PC-ympäristössä. Tähän ympäristöön tuodaan tarvittavat ohjelmistot sekä ympäristöt niiden reaaliaikaiseen suorittamiseen. Fastemsin tapauksessa tämä tarkoittaa Fanucin offline-ympäristö Roboguidea, PLC-ympäristöä Twincat3, ja soluohjai-

mena toimivan Manufacturing Management Softwaren palveluiden suorittamista.

Fastems pyrkii testaamaan järjestelmän eri osat virtuaalisesti ennen tehdastehtäviä ja käyttöönottoa. Testauksen osa-alueina ovat robotiikka, PLC sekä MMS. Tulevaisuuden haasteena on kohteiden valinta, eli mitkä projektit ja tuotteet kannattaa valita virtuaalisesti käyttöönotettaviksi. Uusien työkalujen käyttämisestä luodaan aina prosessi, ja valmistajakohtaisen ohjelmistojen sekä geneeristen ympäristöjen tehokkaassa hyödyntämisessä on haasteensa. Diplomityönä suoritettavan tutkimuksen tavoitteena on järjestelmätason virtuaalinen käyttöönotto kappaleenkäsittelysovelluksille.







# Tähtäimenä maailman palvelurobotiikkamarkkinat

Suomalaiset alan yritykset ovat yhdistäneet voimansa ja lähtevät toteuttamaan yhteistä visiota, jossa kehitetään uudenlaisia monikäyttörobotteja ja keskitettyä ohjausjärjestelmää erilaisille monikäyttöröboteille. Nämä askeleet mahdollistavat etenemisen kohti uudenlaista tapaa tehdä liiketoimintaa palvelurobotiikka-alalla.

TEKSTI **TARU HAKANEN, VTT** KUVAT **A-MATE, TELIA**

**E**rilaisia autonomisia mobiilirobotteja hyödynnetään koko ajan enenevässä määrin monilla toimialoilla niin teollisuudessa kuin julkisissakin tiloissa. Palvelurobotit pystyvät esimerkiksi kuljettamaan tavaraa, vartioimaan, siivoamaan ja kommunikoimaan ihmisten kanssa.

Tulevaisuuden teollisuuspuistossa pihalla ajelee pienen henkilöauton

kokoinen robotti, joka lakaisee pihan ja poistaa pölyn automaattisesti. Kone tekee työnsä puhtaammin kuin muut pihanlakaisukoneet - hiljaisesti ja tupruttelematta pakokaasuja piha-alueella. Tavarankuljetukset on pitkälti automatisoitu niin tehtaan sisällä kuin rakennusten välilläkin. Autonomiset mobiilirobotit osaavat taklata navigoinnin kanalta haastavat kohdat, kun siirrytään

rakennuksen ulkoa sisään ja sisältä ulos. Tehdasalueen vartioinnin hoitavat öisin robottikoirat, jotka kuvaavat ympäristöä ja lähettävät videokuvaa turvallisuusfirman etävalvomoon. Monta turhaa hälytyskeikkaa vältetään, kun robotti sulkee raolleen jääneen oven, joka on laukaissut hälytyksen. Kun tehdasalueella sattuu kemikaalivahinko, robotti lähetetään ensimmäisenä paikalle tarkis-

tamaan ja kuvaamaan tilannetta. Vasta kun tilanne on turvallinen, ihminen menee paikan päälle. Parhaassa tapauksessa näitä kaikkia tarkoituksia varten ei ole omaa robottia, vaan yksi robotti osaa esim. sekä kuljettaa tavaroita että vartioida aluetta.

Tulevaisuuden lentokentällä ystävällisen näköiset mobiilirobotit neuvovat matkustajia ja leikittävät odottamiseen tylsistyneitä lapsia. Siivousrobotit pitävät lattiat puhtaana. Kaupan inventaario tapahtuu automaattisesti robotin avulla. Robotit liikkuvat sujuvasti hisseillä kerrosten välillä, kuljettavat pientä tavaraa ja vartioivat, että kaikki sujuu kentällä turvallisesti. 5G-verkko mahdollistaa datansiirron, mitä videokuvan striimaus ja sovellukset vaativat.

## MURO-operaattorimalli mullistaa myynnin ja ostamisen

Multi-purpose Service Robotics as Operator Business (MURO) -hanke tavoittelee koko palvelurobotiikka-alan mullistamista. Palvelurobotiikka-ala tulee organisoitumaan ihan uudella tavalla MURO-operaattorimallilla. Samalla päästään eroon siitä, että asiakkaiden on vaikeaa valita luotettava toimittaja tuhansien robotifirmojen joukosta ympäri maailman. Tulevaisuudessa MURO-operaattori investoi laivueen esimerkiksi teollisuuspuistoon ja laskuttaa teollisuuspuiston yrityksiä sovitulla hinnoittelumalleilla. Turvallisuuspalvelufirma ostaa robottien toteuttamaa yövartiointia operaattorilta kuukausihinnalla. Konepaja maksaa operaattorille päivän aikana tehtävistä kuljetuspalveluista. Tämä malli on askel eteenpäin Robots-as-a Service -mallista, joka on käytännössä robottien liisauksia tai vuokraamista - ei sen enempää. Asiakkaiden ei tarvitse tulevaisuudessa investoida kalliiseen kalustoon, vaan hän ostaa ulkoistettuja palveluja, joissa osan tehtävistä tekee ihmiset ja osan robotit. Lopputulos kuitenkin ratkaisee eikä se, kuka tai mikä palvelun toteuttaa.

MURO-operaattorilta asiakas saa ostettua laajan valikoiman robottien toteuttamia palveluja yhden luokun periaatteella. Sen sijaan, että asiakas

käy läpi satojen firmojen robottivalikoimaa, hän voi luottaa MURO-operaattoriin, että sen valikoima edustaa luotettavaa teknologiaa ja täyttää turvallisuusvaatimukset.

Millainen firma sitten voisi toimia MURO-operaattorina, on kysymys, jota olemme lähteneet hankkeessa selvittämään. Todennäköisesti globaalisti toimiva iso yritys, jolla on laaja asiakaskunta ja siihen vaadittavat järjestelmät ja after sales -palvelut tarjota paikallisesti eri maissa. Yritys voi toimia esimerkiksi IT-, kiinteistöhuolto- tai kunnossapitoalalla.

## Palvelurobotiikkamarkkinat selvässä kasvussa

Kuluttajien käytössä yleistyneet robottiruohonleikkurit ja -imurit ovat totuttaneet tavallisetkin ihmiset robottiikkaan arjessa. Robottien hyväksyttävyyden on lisääntynyt viime vuosina merkittävästi - eikä vähiten COVID-19:n ansiosta. Etäpalvelut, turvaetäisyydet ja kosketusten välttäminen ovat luoneet markkinaa kuljetusroboiteille, desinfiointiroboteille ja lääketieteen etäsovelluksille. Koko palvelurobotiikka-ala, johon kuuluu niin kuluttaja- kuin yrityssovelluksiakin, on kasvanut viime vuosina noin 20%:n vuosivauhtia. Ammattilaisen käyttöön tehtyjen palvelurobottien markkina, esimerkiksi logistiikkarobottien, markkina on kasvanut yli 30%:n vuosivauhtia. Teollisuudessa on vielä valtava potentiaali esimerkiksi sisälogistiikan automatisoinnissa. Enää ei niinkään paljon pelätä sitä, että robotit vievät meidät työ, vaan niiden tuoma täydennys nähdään keinona selvittää työvoimapulasta.

## Mukana MURO:ssa

MURO-hanke kokoaa yhteen merkittävän kokonaisen ekosysteemin Suomessa alan keskeisiä yrityksiä. K. Hartwall on laajentanut tarjoomaansa viime vuosina sisälogistiikan mobiilirobotteihin (AGV/AMR). Dimalog tarjoaa sovelluksia Omronin mobiilirobottialustan päällä. Trombia Technologies on kehittänyt maailman ensimmäisen autonomisen kadunlakaisu- ja pölynpoistorobottin yhteistyössä GIM Roboticsin kanssa. Avertas Robotics toimittaa teollisuus-

sisälogistiikkarobotteja. Telia kehittää robottisovelluksia julkisiin tiloihin esimerkiksi ruoka-annosten kuljetukseen ravintoloista hotelliasukkaille. Solteq tarjoaa robotin avulla kerättävää hyllyjen inventaariotietoa kauppoille. Robottivalmistajat kehittävät roboteistaan monikäyttöröboteja lisäten niiden käyttöaikaa asiakkaan luona ja lyhenteen robottien takaisinmaksuaikaa. Yhteisesti koottu MURO-laivue pystyy suorittamaan suuren määrän erilaisia tehtäviä ja palvelemaan monia asiakasryhmiä samalla teollisuusalueella tai kiinteistöissä.

GIM Robotics ja Navitec Systems ovat alalla toimivia IT-firmoja, jotka keskittyvät mobiilirobottien ohjaukseen, paikannukseen, ympäristön havainnointiin ja laivueen hallintaan. MURO-hankkeen yhteisenä tavoitteena on koota erilaiset monikäyttöröbotit saman laivuehallintaohjelmiston alle. Keskitetyksi optimoitu robottilaivue antaa mahdollisuudet laajaan valikoimaan palveluja, joita se tarjoaa saman katon alla toimiville yrityksille ja jopa kuluttajille. KONE on linkittänyt MURO-hankkeen Veturiohjelmaansa (The Flow of Urban Life) ja osallistuu hankkeen ohjausryhmään. Myös Nokian edustajat osallistuvat ohjausryhmään asiantuntijaroolissa.

Koko MURO-konsortio luo yhteisen tarjoaman ja yritykset valloittavat kansainvälisiä markkinoita yhdessä. Ekosysteemi on avoin monenlaisille yhteistyömahdollisuuksille.







# Elämää automaation keskellä

Automaatio on ollut vahvasti mukana Jari Saarisen uralla alusta alkaen. Hän on onnellinen siitä, että on saanut tehdä kiinnostavia töitä ja elettyä omaa unelmaansa.

TEKSTI OTTO AALTO TEKSTI OTTO AALTO KUVAT OTTO AALTO JA SENSIBLE 4

Jari Saarinen aloitti Teknillisessä Korkeakoulussa (nykyisin Aalto-yliopisto) vuonna 1997 Teknillisellä fysiikalla, mutta siirtyi jo 1998 Automaatio- ja Systeemitekniikalle, josta valmistui diplomi-insinööriksi 2003. Vuosina 2003–9 hän teki väitöskirjansa samaiselle laitokselle.

Jari päätyi töihin automaatioalalle opiskelunsa kautta. Vuoden 1999 keväällä hän haki TKK:n Automaatiotekniikan laboratorioon kesätöihin, johon hän jäikin sitten töihin seuraavaksi 14 vuodeksi. Tuona aikana hän

toimi erilaisissa tehtävissä - tutkimusapulaisena, projektitutkijana, vanhempana tutkijana. Yksikön saatua geneeristen älykkäiden koneiden huippuyksikön statuksen Suomen Akatemialta, hän oli mukana myös johtoryhmätöinnissä.

”Olen ollut siinä onnellisessa asemassa, että pääsin unelmatöihin, josta sitten lähdin luomaan unelmauraa, ja mikä parasta nykyään pystyn myös mahdollistamaan, että muillakin on mahdollisuus tehdä unelma uraa kansani”, Jari kertoo.

## Älykkäät koneet

Jarin mukaan hänellä ei ole kokemusta ’perinteisestä’ automaatiosta, mutta älykkäistä koneista ja robotiikasta sitäkin enemmän.

”Kasvojen älykkäiden koneiden ja liikkuvan robotiikan tutkijana pitkän tovin, kunnes päädyin perustamaan yrityksen ja lähdin kaupallistamaan oppimaani. Älykkäiden koneiden kehitys on ollut huikeaa ja tätä kehitystä ajaa myös autonomisen autoilun ekosysteemi, joka on nykyinen leipälajini.”

Yleisesti Saarisen mukaan automaation markkinoille tulee jatkuvasti valmiimpia osaratkaisuja, joita on koko ajan helpompi integroida osaksi toiminnallisia kokonaisuuksia. Tämän ansiosta automaation sovellusalueet lisääntyvät jatkuvasti. Tätä laajentumista tukee myös se, että koneet ovat nykyään jo lähtökohtaisesti digitaalisempia.

”Siinä missä vielä 15 vuotta sitten perustyökone oli puhdasta hydraulikkaa, on nämä tänä päivänä varustettu sähköisillä toimilaitteilla ja väyläpohjaisilla ohjaimilla. Tämä tukee merkittävästi myös automaation tuomista näihin laitteisiin”, Jari toteaa.

## Alan tulevaisuus?

Jarin mukaan hänen omalla erikoisalallaan liikkuvien robottien ja autonomisten autojen maailmassa odotukset ovat olleet jopa liian suuret. Automaatio soveltuu erinomaisesti tehtäviin, jotka toistuvat samanlaisina kerrasta toiseen. Maailma on kuitenkin hänen mukaansa monimutkainen paikka, jossa tapahtuu paljon erilaisia poikkeuksia määriteltyn prosessiin ja joissain tapauksissa poikkeuksia on enemmän kuin sääntöjä.

”Monet tällaiset tapaukset voivat vaikuttaa ihmiselle yksinkertaisilta, mutta automaatiotarkkaisuina ne ovat hankalia. Hyvänä esimerkkinä on Auto-

nomiset autot. Tämä on toimiala, jossa on ollut jo pitkään hyvin paljon odotuksia ja johon on sijoitettu todella paljon rahaa. Unelmana on, että ajoneuvo voisi toimia ihmisen tavoin liikenteessä tilanteessa kuin tilanteessa, mutta ongelman yleinen ratkaisu on osoittautunut merkittävän haastavaksi, koska liikenteessä nyt vaan on aina uusia poikkeuksia. Syynä näihin odotuksiin on varmasti markkinoinnilliset mielikuvat”, Jari selittää.

Alan haasteina Jari mainitsee regulaation ja standardien hitaan kehittämisen.

”Elämme aikaa, jossa teknologiset mahdollisuudet ylittävät olemassa olevat säädökset. Tällä hetkellä käytämme standardeja, jotka eivät suoraan sovellu siihen mitä teemme, koska sille mitä teemme ei ole standardeja. Lisäksi kansainvälisillä markkinoilla joka maassa on omat säädöksensä.”

## Tulevaisuus Suomessa

Jarin mukaan robotiikka ja automaatio eri muodoissaan tulevat kiihtyvällä tahdilla arkeemme. Samalla avautuu uusia mahdollisuuksia suomalaisille yritykselle ja osaajille.

”Meillä on Suomessa erinomaiset puitteet luoda uusia ratkaisua ja viedä niitä kansainvälisiksi menestystarinoiksi. Maassamme on osaajia ja meillä

## ”Teknologiset mahdollisuudet ylittävät olemassa olevat säädökset”

on positiivinen startup-kulttuuri, julkinen sektori on myötämielinen niin kokeilujen, kuin tukirahoituksen suhteen ja meillä on täällä loppukäyttäjien”, Jari hehkuttaa.

Suomalainen automaatioalan peruskoulutus on Jarin mukaan hyvällä tolalla.

”Meillä on automaatioon liittyvää koulutusta useammassa yliopistossa. Toimialoihin keskittyvää koulutusta voisi olla enemmän, esimerkiksi autoalaan koulutettuja ohjelmistokehittäjiä on Suomesta vaikea löytää”, hän sanoo.

”Useammassakin suomalaisessa yliopistossa ja tutkimuslaitoksessa on automaatioon ja robotiikan eri osa-alueisiin liittyvää tutkimusta. Olemme olleet useassa tutkimusyhteistyössä mukana ja oma kokemukseni on, että alan tutkimus on maassamme hyvällä tasolla. Tästä on hyvä jatkaa”, Jari summaa.



### Minkä kirjan luit viimeksi?

En lue paljonmuuta kuin ammattikirjallisuutta, minulle lukeminen on tutkimista ja opiskelemista. Ehkä paras vastaus tähän on viimeisimmän väitöskirjaohjattavan **Tomasz Kucnerin** väitöskirja ”Probabilistic Mapping of Spatial Motion Patterns for Mobile Robots”.

### Kenen kanssa keskustelit viimeksi automaatiosta /alasta?

#### Mitä keskustelunne koski?

Olen siinä onnellisessa asemassa, että elän automaation keskellä ja keskustelen siitä jossain muodossa päivittäin eri ihmisten kanssa.

### Automaatioväylä-lehden rooli alalla/alan kehityksessä?

On mahtavaa, että meillä on suomalainen media, joka keskittyy toimialaan. Myös tulevaisuudessa on varmasti tärkeää, että uutta tietoa ja uusia tarinoita eri automaation muodoista on saatavilla.



## Suomella huipputalvmluslisätä uusiutuvan energian käyttöä

Tuoreen Energy Transition Readiness Index 2021 -raportin (ETRI) mukaan Suomi on yhdessä Ruotsin ja Norjan kanssa Euroopan kärkikolmikko arvioitaessa valtioiden kykyä saavuttaa vuoteen 2030 asetetut tavoitteet hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. REA:n (Association of Renewable Energy and Clean Technology) ja energianhallintayhtiö Eatonin julkaisema ETRI-raportti tarkastelee maiden energiamurrosvalmiuksia kolmessa eri kategoriassa. Suomi ja Ruotsi olivat ainoat valtiot, jotka saivat jokaisessa kategoriassa asteikolla 1-5 korkeimman arvosanan 5. Näiden pohjalta Suomelle annettiin korkein mahdollinen yleisarvosana, 5.

Raportin perusteella Suomi on keskimääräistä paremmassa tilanteessa, sillä täällä on selkeät poliittiset tavoitteet ja toteutussuunnitelmat energiamurroksen varalle, vaikka niiden toteutuminen onkin viivästellyt. Naapuriensa Norjan ja Ruotsin tapaan Suomella todetaan olevan vähemmän haasteita energiamurroksen toteuttamiseen kuin monella muulla Euroopan maalla, sillä Suomen sosiaaliset ja poliittiset tekijät, kuten toimialaa koskevat pelisäännöt, tukevat energiamurroksen edistämistä.

Suomi on kokonaisuudessaan teknisesti muita maita valmiimpi uusiutuvan energian käytön yleistymiseen. Raportin mukaan Suomen markkinoita koskevat pelisäännöt ovat melko tasapuoliset ja mahdollistavat uusien teknologioiden käyttöönoton. Kaiken kaikkiaan Suomessa on teknisesti vahva verkko, ja Suomi on kysyntäjoustomarkkinoiden edelläkävijä Euroopassa.

## R-kioski avasi miehittämättömän kioskin

R-kioski on avannut ilman henkilökuntaa toimivan R-kioski Go! -miehittämättömän myymälän Helsingin Viikissä. R-kioskin miehittämättömässä kiosissa asiointi on nopeaa ja turvallista. Asiointi sujuu kioskin kattoon asennettujen sensorien avulla. Kun asiakas valitsee hyllyltä tuotteen, lisätään se automaattisesti sovelluksen ostoskoriin. Jos asiakas muuttaa mieltään, hän voi palauttaa ostoksen hyllyyn, ja tuote poistuu automaattisesti ostoskorista. Maksaminen käy helposti R-kioski Go! -matkapuhelinsovelluksella, johon asiakas on täyttänyt yhteystietonsa ja maksukortin tiedot. Sovelluksen avulla pääsee myös sisälle ja ulos kiosista.

Miehittämätön kioski eroaa eniten perinteisestä kiosista siinä, ettei siellä ole henkilökuntaa eikä kassaa. Tuotevalikoima on laaja, mutta myynnissä ei ole tupakkaa, alkoholia eikä Veikkauksen pelejä.

Itsepalvelukioskit eivät korvaa tavallisia R-kioskeja. Miehittämättömät kioskit kasvattavat R-kioskien verkostoa siellä, missä asiakasmäärät eivät ole riittäviä tavalliselle kioskille tai tilat eivät sovellu siihen.

Miehittämättömät kioskit voivat jatkossa toimia myös satelliittikioskeina perinteisille R-kioskeille esimerkiksi suurissa rakennuksissa, joissa on tai käy paljon ihmisiä kuten sairaaloissa.



## Älylaitteet heikentävät yritysverkkojen turvallisuutta

Jopa 82 prosenttia it-alan päätöksentekijöistä Euroopan, Lähi-Idän ja Aasian alueella (EMEA) uskoo, että etätöihin siirtyminen työntekijöiden kotoa käsin on heikentänyt yritysverkon turvallisuutta laitteiden internetin (IoT) kasvamisen myötä. Tähän tulokseen tultiin Palo Alto Networksin puolivuositaisessa IoT-turvallisuusraportissa. Raporttia varten kerättiin tietoa maailmanlaajuisesti 1 900 it-alan päätöksentekijältä, joista jokainen työskentelee vähintään tuhannen työntekijän yrityksessä. Avainkysymykset käsitelivät verkkoturvallisuutta laitteiden internetin osalta. Vastaajista 75 vaikuttaa EMEA-alueella.

EMEA-alueella tutkimustulokset jakaantuivat laajasti it-päätöksentekijöiden ja laitteiden internetin osalta. Päätöksentekijät ovat aiempaa luotavampia IoT-laitteiden näkyvyyteen verkossa (70 % vuonna 2021, 58 % vuonna 2020). Toisaalta 45 prosenttia päätöksentekijöistä koki tilanteen vähemmän turvallisiksi IoT-laitteiden verkottumisen osalta, kun työntekijä työskentelee koti- tai etätoimistolta käsin.

Vastaajista 72 prosenttia on huomannut ei-yrityslähtöisten älylaitteiden määrän kasvun yritysverkossa. Esimerkiksi 28 prosentilla vastaajista oli kokemusta lemmikkieläimiin liittyvien laitteiden liittymisestä yritysverkoihin. Samaa havaittiin yritykseen liittymättömien kameroiden (31 %) sekä terveys- ja urheilutuotteiden (31 %) liittymisen osalta. Jokainen näistä sisältää tunteettomia turvallisuusuhkia.

Vain noin viidenneksellä organisaatioista on erinomainen turvallisuusluokitus laitteiden ja verkoston mikrosegmentoinnissa. Noin 24 prosenttia käyttäjistä ei segmentoinut IoT-laitteita omaan verkostoonsa erilleen yritysverkoston ensisijaisista laitteistoista, joissa on yrityksen kannalta kriittiset sovellukset.

Lähes 95 vastaajista ymmärsi IoT-turvallisuuden parantamisen tarpeen verkostossaan ja yli puolet (56 %) vastaajista uskoo, että yrityksen tulee arvioida uudelleen näiden laitteiden käyttöä ja hallintaa.

## Schneider Electric investoi Aalto-yliopiston automaation opetukseen

Schneider Electric on toimittanut Aalto-yliopiston Factory of the Future -yksikön opiskelijoiden käyttöön uusinta ohjelmistokeskeistä automaatioteknologiaa. Investointi ohjelmistoihin, lisensseihin ja opetuksen tukemiseen on yli miljoona euroa.

Kyseessä on suuri panostus tulevaisuuden osaajien kouluttamiseen, sillä automaatiojärjestelmät monimutkaistuvat jatkuvasti, jolloin myös osaamisvaatimukset muuttuvat.

Energianhallinnan ja automaation asiantuntija Schneider Electric on aloittanut yhteistyön Aalto-yliopiston kanssa tulevaisuuden osaajien kouluttamiseksi. Schneiderin ohjelmistokeskeinen EcoStruxure Automation Expert -alusta on Aalto-yliopiston opiskelijoiden käytössä Aallon Factory of the Future -yksikössä. Investoinnin kokonaissumma on yli miljoona euroa.

”Investointi mahdollistaa yli 120 tulevan automaatioammattilaisen opiskelun Aalto-yliopiston Factory of the future -tiloissa”, kertoo Schneider Electric Finland Oy:n toimitusjohtaja **Jani Vahvanen**.



Schneider Electricin johtoryhmän jäsen Barbara Frei ja Aalto-yliopiston professori Valeriy Vyatkin.

”Kouluttaminen ohjelmistokeskeisen automaation käyttöön on panostus tulevaisuuden teollisuuden teknologioihin. Tämän yhteistyön myötä Aalto-yliopistossa voidaan opiskella teknologiaa, joka tulee jatkossa yleistymään selvästi. Avoin automaatioalusta ei ole sidoksissa yhteen suljettuun automaatiojärjestelmään: se on monipuolinen työkalu, joka mahdollistaa paremman asetelman myös työmarkkinoilla.”

Schneider Electric on pitkään tukenut eri puolilla maailmaa sijaitsevien korkeakoulujen tekniikan ja teollisuuden opetusta.

”Tulevaisuuden teollisuudenalat ovat ketterämpiä, kestävämpiä ja joustavampia uuden, innovatiivisen tekniikan ansiosta”, muistuttaa Aalto-yliopistolla vierailut **Barbara Frei**.

Frei on Schneider Electricin johtoryhmän jäsen ja vastaa teollisuusautomaation liiketoiminnasta maailmanlaajuisesti.

**Ohjelmointi jopa neljä kertaa nopeampaa** IEC614999-standardiin pohjautuva ohjelmis-

tokeskeinen automaatio mahdollistaa datan helpomman liikkuvuuden laitteiden välillä. Sen avulla data saadaan siirrettyä kätevästi esimerkiksi tuotannonohjausjärjestelmään tai pilveen analysoitavaksi”, **Jani Vahvanen** sanoo.

Automaatiojärjestelmän on toimittava tehokkaasti ja joustavasti sekä samalla pystyttävä välittämään tietoa eri järjestelmiin.

”Tämä tekee perinteisesti toteutettujen automaatiosovellusten ohjelmistokehityksestä entistä monimutkaisempaa ja työläämpää. Tehtyjen sovellusten hyödyntäminen uusittavissa tai muiden valmistajien laitteissa ei välttämättä ole mahdollista. Automaatio-ohjelmoijista on pulaa ja osaan työvoiman löytäminen on iso haaste, jos kyseessä on suljettu järjestelmä.”

”Ohjelmistokeskeisellä automaatiolla toteutettuna ohjelmointi on 3-4 kertaa nopeampaa ja muutokset prosessiin tai laitteistoon ovat helpompia toteuttaa. Tavoitteena on, että ohjelmisto toimii laitteistoriippumattomasti eli kehitettyä sovellusta voi käyttää laitteistoa modernisoitaessa tai kehitettyä sovellusta voi käyttää toisen valmistajan laitteissa. Tämä säästää merkittävästi aikaa. Ohjelmistokeskeinen automaatio tuo automaatio-ohjelmoinnin ymmärrettäväksi myös koodareille, joka taas parantaa työvoiman saatavuutta.”

”Aalto-yliopistossa on valtavasti erikoisosaamista, jota tarvitaan teollisuuden neljättä aaltoa varten. Factory of the Future tavoitteena on muuntaa tätä osaamista teollisuuden käyttöön. Oikeiden työvälineiden ja ohjelmistojen avulla tämä onnistuu entistä sujuvammin”, kertoo Aalto-yliopiston tekniikan professori **Valeriy Vyatkin**.

Vyatkin pitää yksikön päätehtävänä kannustaa ja innostaa opiskelijoita teollisen automaation pariin.

”Alalla kaivataan lisää osaajia, ja meidän tehtävämme on tarjota mahdollisimman monipuolisia opintoja tulevaisuuden osaajille. Toki toivomme myös pystyvämme muuntamaan tutkimustuloksiamme teollisuuden käyttöön käytännön tasolla.”



## Kyberkonnien uudet saumat vuonna 2022



Check Point on julkaissut uusimman kyberturvaennusteensa, joka listaa yritysten ja organisaatioiden ensi vuoden tärkeimmät tietoturvaasteet. Check Point ennustaa, että kyberrikolliset jatkavat Covid-19-pandemian hyödyntämistä ja löytävät lisäksi uusia tilaisuuksia tehdä hyökkäyksiä, kuten syväväärennökset, kryptovaluutat ja mobiililompakot.

Vuonna 2021 oli liikkeellä väärää tietoa Covid-19-pandemiasta ja rokotuksista.

Vuonna 2022 kyberrikolliset jatkavat valeuutiskampanjoiden hyödyntämistä tietojenkastelussa ja huijauksissa.

Toimitusketjuhyökkäysten yleistymisen pakottaa viranomaiset ryhtymään toimiin sääntelyn lisäämiseksi sekä tekemään yhteistyötä yksityisen sektorin ja muiden valtioiden kanssa kyberrikollisuuden tunnistamiseksi ja tekijöiden kiinni saamiseksi maailmanlaajuisesti.

Tietomurtoja tehdään useammin suuremmissa mittakaavassa, mikä koituu organisaatioille ja hallituksille aiempaa kalliimmaksi. Toukokuussa 2021 yhdysvaltalainen vakuutusyhtiö maksoi hakkereille ennätyskannan 40 miljoonan dollarin lunnaat. Voimme odottaa hyökkääjien vaativan entistä suurempia summia vuonna 2022.

Kun rahasta tulee vain ohjelmakoodia, muutokset ovat tarpeen myös tietoturvatilanteissa, joilla bitcoineja ja altcoineja suojataan hakkereiden varkauksilta ja manipuloimilta.

Mobiililompakoiden ja -maksualustojen käytön lisääntyessä kyberrikolliset kehittävät tekniikoitaan ja pyrkivät hyödyntämään ihmisten kasvavaa riippuvuutta mobiililaitteista.

Pilvipalveluntarjoajien (CSP) omaksuessa mikropalveluarkkitehtuureja hakkerit pyrkivät hyötymään niiden haavoittuvuuksista ja kohdistamaan palveluntarjoajiin laajamittaisia hyökkäyksiä.

Videokuvan ja äänen väärentämisen tekniikat ovat nyt niin pitkälle kehittyneitä, että niitä on mahdollista käyttää muun muassa mielipiteiden ja pörssiturssien manipulointiin. Hakkerit käyttävät syväväärennökiksi sosiaalisen manipuloinnin hyökkäyksiä päästäkseen käsiksi arkaluontoisiin tietoihin.

Maailmanlaajuisesti kiristysohjelmat vaikuttivat vuonna 2021 joka 61. organisaation viikoittain. Hakkerit kohdistavat jatkossakin hyökkäyksiä yrityksiin, joilla on varaa maksaa lunnaita, ja kiristyshyökkäykset kehittyvät entisestään vuonna 2022. Hakkerit käyttävät aiempaa enemmän tunkeutumistyökaluja uhrien tietoverkoissa toimimiseen ja hyökkäysten mukauttamiseen reaaliajassa.

## Tekoälyllä optimoidut LVI-järjestelmät

Kansainväliset sopimukset ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ohjaavat kiinteistönomistajia hakemaan ratkaisuja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Samalla on kyettävä huolehtimaan tarpeenmukaisista sisäilmasto-olosuhteista, jotta käyttäjien tuottavuutta voidaan tukea ja toisaalta ehkäistä riskejä käyttäjien hyvinvoinnille ja rakennuksille. Yleisimmät keinot alkavat monella olla jo hyödynnetty. Käytössä on uusiutuvaa energiaa, LVI- ja automaatiojärjestelmiä on saneerattu ja energiatuotteiksi on valittu vihereämmät versiot.

Uutena tulokkaana kiinteistönomistajien ilmastotyökalupakkiin on tarjolla tekoälysovellukset, joiden avulla energia-, LVI- ja automaatiojärjestelmistä saadaan irti nykyistä enemmän suorituskykyä. Välitön hyöty on energiatehokkuuden ja sisäilmaolosuhteiden parantuminen. Tekoälyratkaisujen tuoma hyöty kertyy vielä, kun tilojen käyttö ja kuormitus muuttuu osittaisen etätyöskentelyn myötä aikaisempaa dynaamisemmaksi ja optimointia on kyettävä tekemään lähes reaaliaikaisesti.

Tekoälysovellukset ovat olleet aikaisemmin raskaita ja hitaita toteuttaa. Niitä on nähty ensin tutkimusympäristöissä, joihin on voitu skaalautua näkökulmasta välittämättä rakentaa raskaitakin laitteistoja riittävän laskentakapasiteetin aikaansaamiseksi. Tämä historia huolestuttaa vielä monia: tekoälyn hyödyntäminen mielletään kalliina ja epävarmana hankkeena.

Nuuka on ratkaissut tämän ongelman modernilla pilviteknologialla. Käyttöönnoton vaatima aika on kutistunut kuukausista viikkoihin, hyödyt ovat selkeästi ennustettavissa ja ratkaisulle saadaan hyvin houkuttelevat takaismaksuajat.

Käytännössä Nuukan tekoälyn pilvipalvelu toimii täysin itsenäisesti ja se oppii rakennuksen ilmanvaihdon ja lämmityksen prosessien dynamiikan eri käyttötilanteissa rakennusautomaatiojärjestelmältä saatavan datan avulla. Tekoäly oppii ennustamaan sisäilmaston olosuhteiden kehityksen ja päivittämään optimoidut asetukset takaisin rakennusautomaatiojärjestelmille noin 1-5 minuutin välein. Lopputulemana on, että LVI-prosessit toimivat optimaalisemmin, sisäilma paranee ja energiaa säästyy.

## Atea ottaa käyttöön Applen Daisy-lajittelurobotin



Atea-konserni allekirjoittaa ensimmäisenä Pohjoismaissa sopimuksen Applen kanssa lajittelurobotin Daisy käytöstä. Daisy ottaa talteen käytöstä poistuneiden iPhone-puhelinten raaka-aineita, kuten alumiinia, volframia ja tinaa. Näiden arvometallien tuottaminen on ympäristöä raskaasti kuormittavaa, mutta ilman niitä matkapuhelimet eivät toimi. Daisy pystyy purkamaan ja lajittelemaan 200 matkapuhelimen komponentit yhdessä tunnissa. Atean käyttämä robotti on Hollannissa.

"Puhumme kestävän kehityksen alalla paljon silmukan sulkemisesta eli tarpeettoman jätteen ja hävikin vähentämisestä valmistus- ja kierrätysprosessissa. Daisyn käyttöönotto on jälleen uusi askel oikeaan suuntaan", Atea Ruotsin vastuullisuuspäällikkö Chiara Selvetti sanoo.

GoITLoop-palautuspalvelullaan Atea kerää käytettyjä it-tuotteita pohjoismaisilta yrityksiltä. Laitteiden elinkaaren hallinta ja kierrätys vähentää Atean asiakkaiden ilmastojalanjälkeä.

"Applen kanssa tekemämme sopimus on vuoteen 2030 saakka laaditun Visio 2030 -vastuullisuus suunnitelman mukainen. Haluamme saavuttaa vuosikymmenen loppuun mennessä 1-1-tavoitteemme: jokaista asiakkaalle luovutettavaa uutta tuotetta kohti saamme yhden laitteen kierrätykseen. Jos onnistumme, voimme yhdessä yritysten kanssa vähentää merkittävästi it-laitteiden ilmastojalanjälkeä. Jos meistä samalla tulee myös parempia raaka-aineiden talteenotossa, meillä on paljon voitettavaa", Chiara Selvetti kertoo.

Atean konsernitasoinen Visio 2030 -vastuullisuus suunnitelma käynnistettiin maaliskuussa. Yhtiö raportoi ensimmäisten joukossa maailmassa, kuinka se vähentää ilmastopäästöjä yhteistyössä asiakkaidensa kanssa. Tärkeä osa jatkuvaa työtä on saada mukaan mahdollisimman monta yritystä, jotta entistä useampi laite päätyy uuteen käyttöön tai kierrätykseen.

## Digihäiriöt 112 Suomi -sovellukseen

Suurin osa meistä käyttää sähköisiä palveluita ja nettiin kytkettyjä laitteita arjessaan ja siksi tietoturvahäiriöistä ja -tilanteista on tärkeää jakaa tietoa viiveettömästi ja monikanavaisesti. Tietoturvahäiriö voi esimerkiksi vaikuttaa palvelun saatavuuteen, kun kirjautumisen sivustoon ei ole mahdollista. Tietoturvatilanteita puolestaan ovat esimerkiksi yritykset varastaa käyttäjätunnuksia ja salasanoja pankin tai muun organisaation verkkopalveluihin, jotta rikollinen saisi pääsyn tilietoihin tai muuhun rahanarvoiseen omaisuuteen.

Hätäkeskuslaitoksen tuottama 112 Suomi -sovellus on turvallisuuden palvelukokonaisuus. Sovelluksen kautta välitetään muun muassa vaaratiedotteet sekä muut viranomais-tiedotteet eri viranomaisten toimialueille kuuluvista poikkeuksellisista tilanteista. 112 Suomi -sovelluksella on runsaat 1,9 miljoonaa aktiivista käyttäjää. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom:n Kyberturvallisuuskeskus kertoo jatkossa laajoista kansalaisia koskevista tietoturvahäiriöistä ja -tapahtumista myös 112 Suomi -mobiililomakkeissa.

"Tietoturvahäiriöt ja -tilanteet ovat digiyhteiskunnassa yleisiä ja ne vaativat käyttäjältä tarkkaavaisuutta ja toimia. Tilanteita voi verrata fyysisen ympäristömme poikkeustilanteisiin. Otamme tietoturvailmoitukset 112 Suomi -sovellukseen digitalisaation tuomana luonnollisena lisänä kansalaisten tiedon tarpeisiin vastaamiseksi", toteaa johtokeskuksen päällikkö Lasse Matilainen Hätäkeskuslaitoksesta.



PASSION FOR QUALITY

### Millä mausteella haluat oman automaatio ratkaisun?





Korkein luottolukitus  
\*Märssi 2021

## Tausen Oy

Puh. (09) 5842 6300, esa.laurila@tausen.inet.fi

[www.tausen.fi](http://www.tausen.fi) [@pizzatosuomi](https://www.facebook.com/pizzatosuomi)

**Azbil • Dimetix • Durant • Cutler-Hammer**  
**Gentech • Hytech • Janome • Kendrion Kuhnke • Ravioli**  
**TE Connectivity • Pil • Pizzato • Yamatake**



## Suomalaisyrietykset digivihreän siirtymän edelläkävijöiksi?



Suomalaisyrietyksillä on valtava etulyöntiasema globaalien digivihreän siirtymän hyödyntämisessä, koska ne tuottavat jo nyt hyödykkeitä ja palveluita, joilla muut voivat merkittävästi vähentää hiilijalanjälkeään ja samaan aikaan nostaa tuottavuuttaan. Suomalaisen positiivinen hiilikädenjälki todettiin erittäin suureksi teollisuuden digivihreään siirtymään keskittyneessä Twin Transition Day -tapahtumassa, joka kokosi teollisuuden ja tutkimusmaailman avaintekijöitä yhteen. Esimerkkinä digivihreää siirtymää mahdollistavista laitteista päivän isäntä Kalmar esitteli fossiilivapaasti liikkuvia kontinkäsittelylaitteitaan Tampereen Ruskossa.

Business Finlandin, Kalmarin ja DIMECCin järjestämän päivän päähavainto oli se, että yritykset ovat pandemian alun aiheuttaneen lyhyen pysähdyksen jälkeen investoineet TKI-toimintaan vahvasti useilla eri aikajännteillä ja saavuttaneet loistavia tuloksia. Teollisuusyrityksiä kiinnostaa etenkin digivihreä siirtymä.

Business Finlandilla on tällä hetkellä kaksi ohjelmaa, joissa vihreän digisiirtymän asiat ovat olennaisen tärkeitä: Digital Trust ja Sustainable Manufacturing.

”Pystymme Business Finlandissa tukemaan valmistavan teollisuuden kehittymistä sekä rahoituksella että kasvun ja kansainvälistymisen asiantuntijapalveluilla. Tänä nähtiin, että teollisuus ottaa Suomessa kestävä kehityksen vaatimukset ja mahdollisuudet tosissaan”, sanoo Business Finlandin kestävä valmistuksen ohjelman johtaja **Toni Mattila**.

”Tämä porukka näyttää digivihreän siirtymisen mallia nimenomaan muuttamalla teknologiakehityksen kautta päästö- ja tuottavuusnormeja ilmastonmuutoksen torjumiseksi”, toteaa tapahtuman yhteydessä 14. vuosiseminaariaan viettäneen DIMECC Oy:n toimitusjohtaja **Harri Kulmala**.

## Datakeskusten säännöllinen ylläpito on elintärkeää

Rittalin kokemusten mukaan yli puolet yritysten datakeskuksista ovat vailla asianmukaista ja asiantuntevaa ylläpitoa. Monissa tapauksissa laitteita ei huolleta, kunhan ne jollain tavalla toimivat eikä vikailmoituksia tule. Usein datakeskus on yrityksen toiminnan kannalta elintärkeä ja sen toiminnan keskeytyminen aiheuttaa vakavia toiminnallisia ja/tai taloudellisia vahinkoja. Pitkä käyttökatko saattaa uhata myös koko yrityksen toimintaedellytyksiä.

Kriittisen laitteiston ylläpito, ja sitä kautta sen toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa, pitäisi ottaa huomioon jo datakeskusta suunniteltaessa. Lähes poikkeuksetta vastaan tulee hankkeita, joissa uuden datakeskuksen kilpailutus suoritetaan vain eri tuotteita kilpailuttaen. Ilman holistista lähestymistä, jossa kokonaisuus otetaan huomioon, ylläpito ja siitä sopiminen jää kilpailutuksesta pois.

Lisäksi laitteistoja huolletaan valitettavan usein sellaisen tahon toimesta, jolla ei ole riittävää osaamista laitteistosta tai datakeskuksesta kriittisenä toimintaympäristönä. Tämä asettaa datakeskuksen toimintavarmuuden uhanalaiseksi.

Erityisesti jäähdytyslaitteistot ja sähkönjakeilu ovat valitettavan suuressa roolissa datakeskusten käyttökatkoissa. Tämä ilmenee mm. Uptime instituutin julkaisemista käyttökatkoraporteista. Huolellisella suunnittelulla ja ylläpidolla tämä riski voidaan kuitenkin minimoida.



## LUE

Automaatioväylä 6/2021 verkosta  
automaatiovayla.fi/lehti/verkkolehti

## IoT vesihuollon palveluksessa

Kankaanpään vesihuollon ja Digitan yhteistyö on edennyt pilottivaiheesta, ja tulevina vuosina tavoitteena on lisätä etäluettavia vesimittareita noin tuhannen mittarin vuosivauhdilla. Tällä hetkellä Kankaanpään vesihuollolla on käytössä parisataa etäluettavaa mittaria. Vuoden 2022 aikana Kankaanpään vesihuolto suunnittelee saavansa Digitan Oma-Vesi-palvelun myös asiakkaiden käyttöön.

Kun Kankaanpään vesihuolto muutama vuosi sitten pohti vaihtoehtoisia yhteistyökumppaneita, erottui Digita edukseen yhtiön etäyhteyksipalveluiden ansiosta. Toiveena oli mittariverkosto, jonka ylläpito ja käyttö vaatisi mahdollisimman vähän vesihuoltolaitoksen resursseja.



Etäluettavat mittarit parantavat Kankaanpään vesihuollon palvelutasoa. Asiakkaat pystyvät seuraamaan vedenkulutusta entistä tehokkaammin, ja esimerkiksi vuotojen löytäminen ajoissa on mahdollista etäluettavien mittareiden ansiosta.

Kankaanpään vesihuolto ei ole aiemmin hyödyntänyt IoT-ratkaisuja, mutta nämä etäluettavat mittarit ovat osoittaneet sen, että IoT-ratkaisuja varmasti tullaan hyödyntämään tulevaisuudessa yhä enemmän.

Tämä oli ensimmäinen IoT-ratkaisu, jonka Kankaanpään vesihuolto on ottanut käyttöön. Tulevaisuudessa IoT-ratkaisuja käytetään kuitenkin todennäköisesti entistä laajemmin.

## Ympäristö hyötyy autonomisesta merenkulusta

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO ennusti Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020 -raportissaan, että meriteollisuuden kasvihuonekaasupäästöt nousevat 90-130 prosenttia vuoteen 2050 mennessä, jos ala jatkaa toimintaansa samaan tapaan kuin tähänkin asti.

IMO:n pyrkimys on kuitenkin puolittaa merenkulusta aiheutuvat päästöt samaan vuoteen mennessä. On selvää, että alan on toimittava nopeasti ja määrätietoisesti pienentääkseen negatiivisia ympäristövaikutuksiaan.

Autonomiset teknologiat voivat olla merkittävä apu tämän tavoitteen saavuttamisessa, toteaa One Sea, joka pyrkii luomaan ensimmäisen toimivan autonomisen meriekosysteemin vuoteen 2025 mennessä.

Autonomisilla teknologioilla voidaan ehkäistä onnettomuuksia ja siten suojella ympäristöä. Ne mahdollistavat aluksen sijainnin jatkuvan tarkkailun suhteessa erilaisiin riskitekijöihin kuten toisiin aluksiin ja auttavat varmistamaan, että alus pysyy niistä turvallisella etäisyydellä.

Sen lisäksi, että autonomisten teknologioiden avulla voidaan pitää alus turvallisuuden etäisyyden päässä riskitekijöistä, niiden avulla voidaan myös välttää kielletyt tai mahdollisesti vahingolliset toimenpiteet.

Autonominen ja automatisoitu navigointi ovat ympäristön kannalta parempi vaihtoehto myös siksi, että ne tehostavat kuljettuja merimatkoja, mikä puolestaan vähentää hiilidioksidipäästöjä.

Julkaisussa todetaan, että kahden tunnin merimatkoissa jo 60 sekuntia lyhyemmät rantautumisajat voivat pienentää polttoainekulutusta jopa 2-3 prosentilla minuuttia kohti.

Autonomiset ratkaisut auttavat myös maksimoimaan polttoainetehokkuuden oikea-aikaisten toimitusten avulla. Oikea-aikaisiin toimituksiin keskittyvän menetelmän avulla alukset, jotka ovat edellä aikataulustaan, voivat minimoida jonotusaikansa hidastamalla vauhtia lähestyessään satamaa.

**CONTROLEDGE  
PCD**

**Compact, Cyber Secure  
Control System**



**Honeywell**

**HORMEL**

www.hormel.fi • hormel@hormel.fi  
p. 014 338 8900



## Suomen Automaatioseura ry

### Tapahtumia

**3.-5.5.2022** **Teknologia-messut**, Messukeskus, Helsinki  
"Kestävän huomisen ratkaisut - Solutions for Sustainable Future"  
**maaliskuu 2023** **Automaatiopäivät**, Helsinki  
**19.-22.6.2023** **IEEE ISIE 2023** (Aalto University), Espoo

SAS Webinaarit päivittyvät tapahtumalistalle,  
seuraa sivua: [www.automaatioseura.fi/tapahtumat](http://www.automaatioseura.fi/tapahtumat)

### LISÄTIETOJA JA ILMOITTAUTUMISET:

[www.automaatioseura.fi/tapahtumat](http://www.automaatioseura.fi/tapahtumat), [office@automaatioseura.fi](mailto:office@automaatioseura.fi)  
tai puh. 050 400 6624

### Uudet varsinaiset jäsenet

- **Mikko Hakanen**,  
Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy
- **Bahram Pournazarian**, Aalto University

### Uudet opiskelijajäsenet

- **Ville Kivimäki**
- **Jussi Suutarinen**
- **Antti Keltakangas**

### OPC Day Finland 2021 -tallenteet katsottavissa!

OPC Day Finland 2021 toteutui virtuaalitahtumana vuorovaikutteisessa Gather.Town-ympäristössä, teemalla "Success Stories with OPC UA".  
Tallenteet puheenvuoroista sekä esitysmateriaalit löydät sivulta:  
[www.automaatioseura.fi/opcdayfinland2021](http://www.automaatioseura.fi/opcdayfinland2021)

### Henkilövalintoja syyskokouksessa

Syyskokous 15.11.2021 teki jälleen henkilövalintoja ja valitsi **Outi Raskin** jatkamaan seuran puheenjohtajana kauden 2022 sekä uusia jäseniä erovuoroisten tilalle hallitukseen.

#### SAS Hallitus 2022:

Varsinaiset jäsenet:

**Outi Rask**, TAMK, puheenjohtaja  
**Samuli Bergman**, Neste Engineering Solutions Oy  
**Heikki Hyyti**, FGI  
**Sanna Porola**, Roima Intelligence Inc.  
**Jari Ruuska**, Oulun yliopisto  
**Markku Vasara**, Bithouse Oy  
**Matti Vilkkö**, Tampereen yliopisto

Varajäsenet:

**Markku Tyynelä**, Valmet Automation Oy  
**Henri Toivola**, Aalto-yliopisto, opiskelijajäsen



**SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY**  
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION  
[www.automaatioseura.fi](http://www.automaatioseura.fi)

## Päyhdistys SMSY r.y.

### PUHEENJOHTAJA

**Kalevi Virtanen**  
(Turun Automaatio, Turku)  
Kivelänperäntie 8  
20960 TURKU  
gsm 050 435 5240  
[kalevi.virtanen@hotmail.fi](mailto:kalevi.virtanen@hotmail.fi)

### VARAPUHEENJOHTAJA

**Esa Forsblom**  
(Eksy, Lappeenranta - Imatra)  
Aittakatu 8  
53100 Lappeenranta  
gsm 040 738 7338  
[forsblomesa@gmail.com](mailto:forsblomesa@gmail.com)

### SIHTEERI

**Olli Sarkkinen**  
(Mitteli, Jyväskylä - Jämsä)  
Rantatöyry 3 A 2  
40950 MUURAME  
gsm 040 515 0944  
[osamitteli@gmail.com](mailto:osamitteli@gmail.com)

### RAHASTONHOITAJA

**Margit Manninen**  
(Mitteli, Jyväskylä - Jämsä)  
Tuulimyllyntie 4 A 6  
40640 JYVÄSKYLÄ  
gsm 050 386 0665  
[margit.manninen55@gmail.com](mailto:margit.manninen55@gmail.com)

### Suomen Mittaus- ja Sääntöteknillinen Yhdistys (SMSY) r.y:n hallitusjäsenet ja paikallisyhdistysten puheenjohtajat vuonna 2021/2022:

#### ANTURI

Kemi- Tornio  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Juhani Malinen**  
gsm 0400 637 145  
[juhani.malinen@luukku.com](mailto:juhani.malinen@luukku.com)

Puheenjohtaja

**Pasi Sanaksenaho**  
gsm 040 631 6636  
[pasi.sanaksenaho@ases.fi](mailto:pasi.sanaksenaho@ases.fi)

#### BAR

Lahti  
Puheenjohtaja  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Markku Putkonen**  
gsm 040 502 1272  
[markku.putkonen@avs-yhtiot.fi](mailto:markku.putkonen@avs-yhtiot.fi)

#### EKSY

Lappeenranta - Imatra  
Puheenjohtaja  
SMSY:n varapuheenjohtaja  
**Esa Forsblom**  
gsm 040 738 7338  
[forsblomesa@gmail.com](mailto:forsblomesa@gmail.com)

#### KYSÄ

Kotka - Kouvola

#### LUUPPI

Porvoo  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Tuomo Waljus**  
gsm 0400 100939  
[tuomo.waljus@gmail.com](mailto:tuomo.waljus@gmail.com)

Puheenjohtaja

**Paavo Sauso**  
gsm 0400 675 146  
[paavo.sauso@pp.inet.fi](mailto:paavo.sauso@pp.inet.fi)

#### MITTELI

Jyväskylä - Jämsä  
Puheenjohtaja  
SMSY:n hallitusjäsen, siht.  
**Olli Sarkkinen**  
gsm 040 515 0944  
[osamitteli@gmail.com](mailto:osamitteli@gmail.com)

#### PIHI

Tampere  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Heikki Mäkinen**  
gsm 040 830 3857  
[hece.makinen@gmail.com](mailto:hece.makinen@gmail.com)

Puheenjohtaja

**Arttu Hanhela**  
gsm 040 487 1898  
[arttu.hanhela@gmail.com](mailto:arttu.hanhela@gmail.com)

#### PITTI

Kuopio  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Risto Rissanen**  
gsm 040 556 3960  
[rissanenristo@gmail.com](mailto:rissanenristo@gmail.com)

Puheenjohtaja

**Ari Kekäläinen**  
gsm 040 834 1641  
[ari.pauli.kekalainen@outlook.com](mailto:ari.pauli.kekalainen@outlook.com)

#### PIPO

Oulu  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Heikki Kaisto**  
gsm 050 4619 755  
[heikki.kaisto@wika.com](mailto:heikki.kaisto@wika.com)

Puheenjohtaja

**Ismo Tenhunen**  
gsm 050 486 7379  
[ismo.tenhunen@arr-systems.fi](mailto:ismo.tenhunen@arr-systems.fi)

#### PSA

Pori  
Puheenjohtaja  
SMSY:n hallitusjäsen  
**Juha Sillanpää**  
gsm 0440 937 571  
[juha.sillanpaa@sahko-av.fi](mailto:juha.sillanpaa@sahko-av.fi)

#### TURUN AUTOMAATIO

Turku  
Puheenjohtaja  
SMSY:n puheenjohtaja  
**Kalevi Virtanen**  
gsm 050 435 5240  
[kalevi.virtanen@hotmail.fi](mailto:kalevi.virtanen@hotmail.fi)



[www.smsy.fi](http://www.smsy.fi)

**SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY  
TOIVOTTAÄ HYVÄÄ JOULUA JA  
ONNELLISTA UUTTA VUOTTA 2022!**



**SUOMEN AUTOMAATIOSEURA RY**  
FINNISH SOCIETY OF AUTOMATION

SMSY toivottaa

**Hyvää Joulua  
ja iloista  
Uutta Vuotta!**



Suomen Mittaus- ja Sääntöteknillinen Yhdistys ry (SMSY)





**Suomen Robotiikkayhdistys ry** on vuonna 1983 perustettu teollisuuden robotiikkaa edistävä yhdistys. Yhdistyksessämme on noin 400 jäsentä, mukaan lukien noin 60 kannatusjäsentä. Yhdistyksen toiminta koostuu pääasiassa erilaisista koulutustilaisuuksista ja ryhmämatkoista alan messuille ja tapahtumiin. Järjestämämme tapahtumat ovat avoimia kaikille, mutta yhdistyksen jäsenenä säästät jäsenmaksusi takaisin jo ensimmäisessä osallistumismaksussa. Jäseneksi ovat tervetulleita kaikki aiheesta kiinnostuneet, tervetuloa.

**Yhdistyksen tiedotuskanavat**

<http://roboyhd.fi/>  
<https://www.linkedin.com/groups/2746895/>  
<https://twitter.com/Roboyhdistys>

**Yhdistyksen jäsenyys**

Robotiikkayhdistyksen jäsenyys oikeuttaa alennuksiin yhdistyksen tapahtumien osallistumismaksuista sekä Automaatiöväylä-lehden.

**Ilmoittautuminen jäseneksi**

<http://roboyhd.fi/jasenrobotti/>

**Jäsenmaksut**

Henkilöjäsenet: 60 €  
 Yritys ja yhteisöjäsenet: 400 €  
 Rekisteröitymismaksu: 5 €



**Robotiikka-kirjan uudistaminen**

Yhdistyksen hallitus on käynnistänyt Robotiikka-kirjan uudistusprojektin. 1999 julkaistun kirjan sisältö on nyt ladattu pilveen kommentoitavaksi. Kaikki kirjan uudistamisesta kiinnostuneet ovat tervetulleita kommentoimaan kirjan sisältöä ja näin vaikuttamaan tulevan julkaisun sisältöön.



Kaipaamme myös kommentteja mikä olisi paras julkaisutapa uudelle kirjalle. Mikäli projekti kiinnostaa, niin ilmoittaudu mukaan lähettämällä vapaamuotoinen viesti **Arto Liuhaalle**, [arto.liuha@savonia.fi](mailto:arto.liuha@savonia.fi) Mukaan ilmoittautuminen ei vielä sido millään tavalla, mutta saat fyysisen kopion aiemmin julkaistusta kirjasta.

**R22, uusi pohjoismainen robotiikkatapahtuma**

**R-22** Tanskan robotiikkakeskistymässä Odensessa järjestetään uusi monialaisesti robotiikkaa käsittelevä **messu- ja seminaaritapahtuma 23. - 25.3.2022.**

Tapahtuma esittelee robotiikan mahdollisuuksia ja sovelluksia erityisesti loppukäyttäjien näkökulmasta. Suomen Robotiikkayhdistys ry on mukana tapahtuman suunnittelussa. Mikäli messumatka tai puheenvuoro seminaarissa kiinnostaa, ota yhteyttä yhdistyksen puheenjohtajaan.

**Lisätietoja** <https://www.roboticsevent.eu/>

**Teknologia siirtyy toukokuulle 2022**

Robotiikkayhdistyksen toteuttama **mielenkiintoinen lavaohjelma** pyritään siirtämään sellaisenaan uuteen ajankohtaan **3. - 5.5.2022.** Messujen järjestäjä on yhteydessä vahvistettuihin puhujiin käytännön asioiden osalta. Tervetuloa moikkamaan ja kuulemaan mielenkiintoisia esityksiä robotiikan soveltamisesta Suomessa.

**Lisätietoja** <https://teknologia.messukeskus.com/>

**Automatica 2022 ryhmämatka**

Automatica-messut järjestetään kesäkuussa 2022 Münchenissä. Yhdistys järjestää ryhmämatkan tapahtumaan **20. - 22.6.2022.** Perinteisen kaavan mukaan lähdemme matkaan maanantaiaamuna Helsinki-Vantaalta. Mikäli koronarajoitukset sallivat, vierailemme jossain mielenkiintoisessa robotiikkaa hyödyntävässä kohteessa. Tiistai ja keskiviikko kuluvat alan suurimpiin messuihin tutustuessa. Paluulento keskiviikkona illalla. Mikäli matka kiinnostaa, voit ilmoittautua alustavasti mukaan.

Tarkennamme ohjelmaa ja matkan hinnoittelua viimeistään tammikuussa 2022.

**Tiedustelut** sähköpostilla [koulutus@roboyhd.fi](mailto:koulutus@roboyhd.fi).

**Lisätietoja** <https://automatica-munich.com/en/>



Kannatusjäsenet:



# Robotti hoivaa

**M**yönnän, olen robottitekniikka-rajoitteinen. Avarsin juuri suppeaa näkökulmaani yhteiskuntatieteiden ja filosofian yliopistotutkijoiden kokoaman pokkarin ”Robotin hoiviin?” avulla. Kirja sisältää tutkijoiden näkemyksiä osana Suomen Akatemian strategisen tutkimusneuvoston ”Robotit ja hyvinvointipalvelujen tulevaisuus” ROSE-hanketta. Näkökulmat ovat hoivarobotin käyttämisestä, vaikutuksesta kansantalouteen, vastuukysymyksiä ja hoivan muutoksia tulevaisuudessa.

Kirja lähtee liikkeelle robotiikan ja taloustieteiden historiasta. Kirjoittajia näyttää erityisesti kiinnostaneen Chaplinin 30-luvun Nykyaika-elokuvassa esiintyvä liukuhihnalla pakkoliikkeitä tekevä työläinen ja hänen ruokailuaan nopeuttava robottinsa. Oikeiden robottien teknologista kehitystä 60-luvulta lähtien ei juurikaan kuvailla. Teknologiasanasto on fiksusti avattu kirjan lopussa tarpeellisin määrityksin, tosin yhteistyörobottien kyvyt on aliarvioitu. Kirjoittajat eivät ole sisäistäneet japanilaisen shintolaisuuden vaikutuksia palvelurobottien kehitykseen. Shintolaisessa uskossa myös elottomilla olioilla on sielu. Tämä korostuu humanoidirobottien kehityksessä Japanissa.

Yleinen asenne kirjoittajilla on pettymys hoito- ja hoivarobotiikan kehitykseen verrattuna teollisuusrobotiikkaan. Yleiskäyttöisiä hoivarobottikäsivarsia ei ole näköpiirissä ja odotukset niiden kyvyistä ovat täysin epärealistisia. Hedelmällisempää olisi tutkia hoivarobotin sovelluksia paljon tois- tuvissa tehtävissä sekä niiden ajallista ja paikkaan sidottua esiintymistä ihmiselossa. Aivoinfarktipotilaiden kuntoutus, ADHD-lasten oppimisen tukeminen koulussa, tilojen desinfiointi virusten varalta ja muistisairaiden kotona olevien asiakkaiden valvonta ovat esimerkkejä, joita olisi voinut työstää pidemmälle.

Hoivatarve usein rajoittuu viimeiseen pariin elinvuoteen. Robotin hinta yksityisasiakkaille ei ole järkevää tarkastelukohde. Hoivan apulaitteet ovat jo nyt julkisrahoitteisia ja lainassa tarvittavan ajan asiakkaalla käyttöönotto tuettuna. Jos asiakkaan itse rahoittamaa hoivarobottia mietitään, seksirobotti on varma ykkönen. Tätä ei kirja käsittele ollenkaan. Kirjassa on aineistoa feministisen teknologian tutkimuksesta. Sen pitäisi tarjota sukupuolivastuullisia näkökulmia, miten tiede, teknologia ja yhteiskunta



**”Jos tämä oli strategisen tutkimuksen tulos niin ei ole tulevaisuutemme hoiva kovin luotettavissa käsissä”**

muovaavat toisiaan, sekä avaa näkökulmia ymmärtää sukupuoli osana näitä prosesseja. Seksin automaatio on väistämättä osa hoivaa ja aivan erityisesti vammaisille.

Eri luvuissa esiin nouseva outo teema on teknologinen työttömyys. Huoleksi esitetään automaation kehitys palveluolilla. Tutkijat eivät varmaakaan ole perillä hoiva-alan työvoimapulasta, kun lähihoitajien työttömyyttä pohdiskelevat. Miten viimeisinä elinvuosinamme saamme edes välttämätöntä kuntoutusta ja hoivaa? Hyvä, jos edes automaatiolaitteita olisi tarjolla, kun hoitavia käsiä ei riitä kaikille hoivaa tarvitseville. Robottivero ja kansalaispalkka ovat tästä ajatuksesta johdettuna saaneet kirjassa ansaitsematonta huomiota.

Hyvät hyssykät sentään, jos tämä oli strategisen tutkimuksen tulos niin ei ole tulevaisuutemme hoiva kovin luotettavissa käsissä. Esimerkiksi vastuutekstin kirjoittaja ei liene kuullutkaan EU:ssa myytävien tuotteiden CE-merkinnästä. Vastuutyhjiö on syntynyt, kun robotit eivät vastaa itse tekemistään!





Näppärä  
kamerapää



Reippaasti  
laskentatehoa



## Uusi O3R perception platform monikamerasovelluksiin

**Kompaktit 3D-kamerat ja tehokas laskentayksikkö  
huippurobotiikkaan**

- Tehokas alusta kohti autonomista toimintaa
- Useita kameroita yhdellä laskentayksiköllä
- ROS2 tuki ohjelmistoille
- Reippaasti laskentatehoa vaativille algoritmeille



**ifm eShop palvelee aina**

Näe omat hintasi, tarkista saatavuus ja tilaa näppärästi  
eShopista: [ifm.com/fi/fi/register](http://ifm.com/fi/fi/register)

**[www.ifm.fi](http://www.ifm.fi) • [info.fi@ifm.com](mailto:info.fi@ifm.com)  
ifm electronic Oy • Tampere ja Helsinki  
puh: 075 329 5000**

**Katso lisää**

