

TEEMA: AUTOMAATION HISTORIA, NYKYTILA JA TULEVAISUUS

- › Automaatio - mistä se on tullut? 4
- › Automaatio - mitä se on? 8
- › Minne menet automaatio? 12

Automaatioväylä





Automaatioväylä

TEEMAT VUONNA 2018

1/2018 Teollinen Internet IoT

Ilmestyy 26.01.2018, varaukset 22.12.2017

2/2018 Robotiikka ja koneautomaatio

Ilmestyy 03.04.2018, varaukset 01.03.2018

3/2018 Bio, paperi & sellu

Ilmestyy 18.05.2018, varaukset 13.04.2018

4/2018 Rakennus- ja energia-automaatio

Ilmestyy 21.09.2018, varaukset 17.08.2018

5/2018 Smart Factory

Ilmestyy 02.11.2018, varaukset 28.9.2018

6/2018 Prosessiautomaatio & kenttälaitteet

Ilmestyy 07.12.2018, varaukset 02.11.2018

Ilmoitusvaraukset:

Jukka Tiainen, 0400 444 435
jukka.tiainen@bouser.fi

Jouni Kohonen, 040 500 9929
jouni.kohonen@bouser.fi

KOMMENTOI JA TYKKÄÄ



AV Automaatio ennen, nyt ja tulevaisuudessa

Tämä kolmen artikkelin sarja on erillispainos Automaatioväylän numeroissa 5/2017, 1/2018 ja 3/2018 ilmestyneistä artikkeleista. Artikkelit antavat kokonaiskuvan automaation kehityksestä historian ja nykyhetken kautta tulevaisuuteen.

“KOKONAISKUVA
AUTOMAATION
KEHITYKSESTÄ,
HISTORIASTA JA
NYKYTILASTA”

AUTOMAATIO astui mukaan kuvaan jo teollisen vallankumouksen varhaisvaiheessa. Nykyisin se on olennaisena osateknologiana paitsi teollisuudessa myös sulautettuna kuluttajatuotteisiin ja infrastruktuureihin. Automaation toteutus

siirtyi hyödyntämään digitaalitekniikkaa heti sen alkuvaiheessa, kun ensimmäiset mikroprosessorit kehitettiin 1970-luvulla. Tulevaisuudessa automaation rooli tulee edelleen kasvamaan ja muutosta vauhdittaa tekoälyn ja automaation integroituminen monissa sovelluksissa.

AUTOMAATIO vaikuttaa tällä hetkellä kaikilla elämänalueilla. Siitä on kehittynyt rajat ylittävä sateenvarjokäsite, jossa tietotekniikka, proses-

siautomaatio, robotiikka ja keinoäly lyövät kättä, vain muutaman esimerkin mainitaksemme.

ARTIKKELISARJASTA ja sen peruskehiksestä päätettiin Automaatioväylä-lehden toimitusneuvoston suunnittelukokouksessa kesäkuussa 2017. Kirjoittajaksi lupautui automaatiotekniikan emeritusprofessori Kari Koskinen. Kukin artikkeli linjattiin vielä sisällöllisesti toimitusneuvoston kokouksissa. Toimitusneuvosto antoi palautetta artikkeliluonnoksista ja lopuksi lehden toimitus viimeisteli artikkelit julkaisukuntoon.

ARTIKKELISARJA on tarkoitettu myös automaatioalan ulkopuolisille lukijoille, jotka haluavat saada käsityksen automaation olemuksesta ja sen sovelluksista.

Otto Aalto
Päätoimittaja

Timo Harju
Toimitusneuvoston puheenjohtaja

Kari Koskinen
Professori emeritus

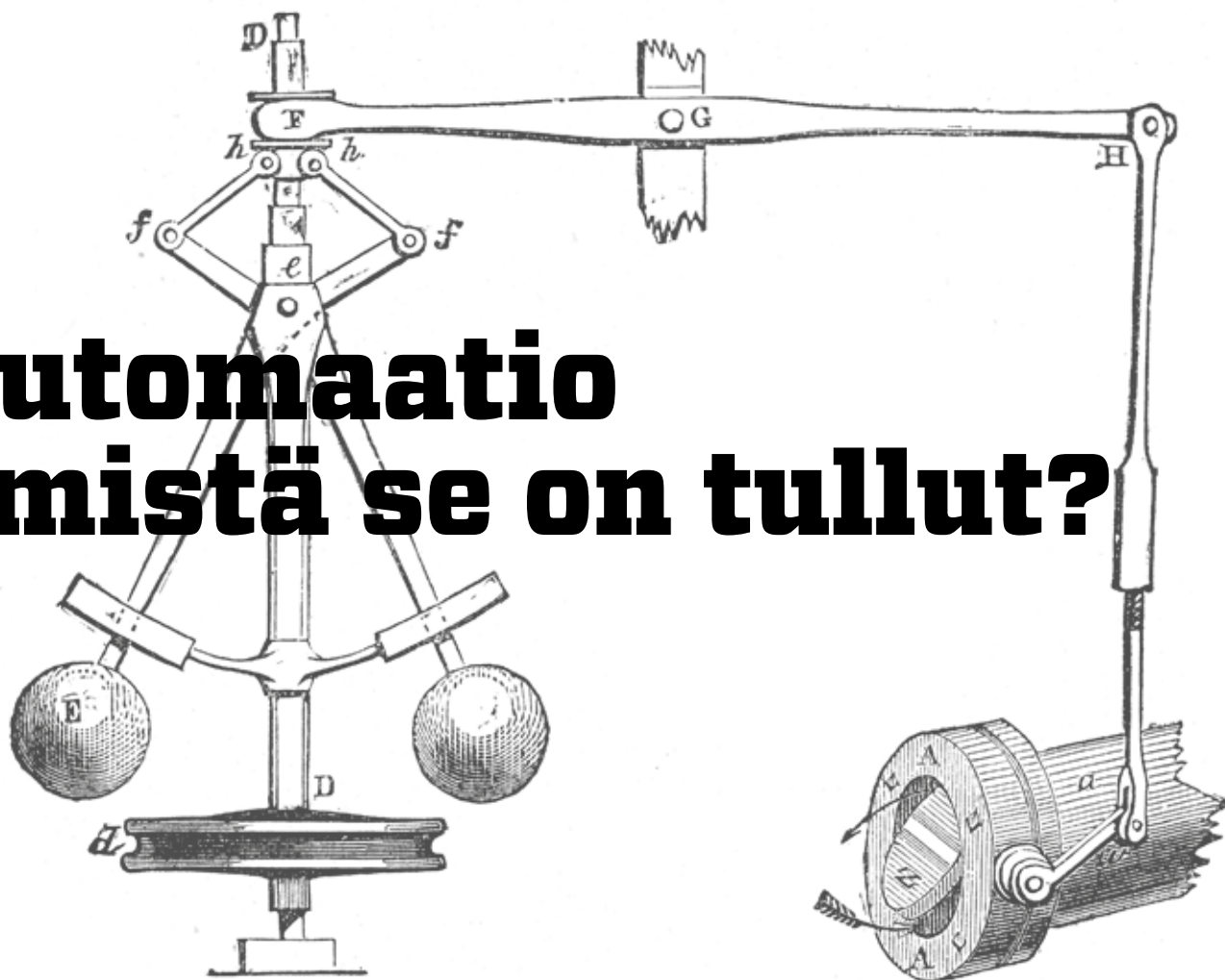


DITIGAALINEN ERIPAINOS 2018 • AUTOMAATION HISTORIA, NYKYTILA JA TULEVAISUUS

Päätoimittaja Otto Aalto • Puh. 0400 704927 • otto.aalto@automaatiovayla.fi • Viestintätoimisto Luotsi Oy

Tiedotteet yms. toimitus@automaatiovayla.fi **Tilaukset ja osoitteenmuutokset** Automaatioväylä Oy, Asemapäällikönkatu 12 B, 00520 Helsinki • www.automaatiovayla.fi • Puh. 050 400 6624 • office@automaatioseura.fi **Ilmoitukset** Bouser Oy, Puh. 09 682 0100 • av@bouser.fi **Toimitusneuvosto** Timo Harju, Rami Hursti, Jaakko Karkila, Juhani Lempiäinen, Matti Paljakka, Tuomo Tarvas, Ilari Tervakangas, Osmo Vainio, Antti Varis **Julkaisijajärjestöt** Suomen Automaatioseura ry • www.automaatioseura.fi Suomen Mittaus- ja Sääätöteknillinen Yhdistys ry • www.smsy.fi/cms/ **Kustantaja** Automaatioväylä Oy ISSN 0784 6428 **Tilaushinnat** Vuosikerta 90,- € Irtonumero 14,30 € **Tilaukset ja ilmoitustilavaraukset** www.automaatiovayla.fi **Paino** Forssa Print • Aikakauslehtien Liiton jäsenlehti

Automaatio - mistä se on tullut?



TEKSTI KARI KOSKINEN KUVAT VALMET, TEUVO TAKALA, JAMES PETTS/WIKIMEDIA COMMONS, ISTOCKPHOTO

Itsenäisen Suomen täyttäessä 100 vuotta voidaan kysyä, mistä ja milloin automaatio on tullut ja erityisesti, miten se on tullut Suomeen. Artikkelisarjan seuraavissa osissa käsitellään myös automaation nykytilaa ja tulevaisuutta.

Automaation juuret löytyvät yli 2000 vuoden takaa, jolta ajalta tunnetaan mm. erilaisia vesikelloja ja mekaanisia laitteita, joissa on sovellettu myös takaisinkytkentämekanismeja toiminnan ohjauksessa.

Automaatiossa ensimmäisenä ajatuksena on päästää ihminen helpommalla, jos ja kun koneen, laitteen tai prosessin toimintaa voidaan hallita automaattisen ohjauksen ja säädön avulla ilman tarvetta ihmisen suorittamalle jatkuvalla valvonnalla ja ohjaustoimenpiteillä. Kehittynyt automaatio hoitaa monissa sovelluksissa tehtävänsä luotettavammin ja laadukkaammin kuin ihminen. Nykyisin on lisäksi suuri joukko

monimutkaisia sovelluksia, joiden hallinta edellyttää automaation käyttöä, koska ihmisen nopeus ja kyvyt eivät tehtävään riitä.

Automaation tarve lähti kasvuun teollisen vallankumouksen johdosta.

Joseph Marie Jacquard (1752 – 1834) oli ranskalainen keksijä, jonka kutomakoneen toimintaa ohjasivat reikäkortit erilaisten kuviokudosten tuottamiseksi. Jacquardin kutomakone merkitsi tuottavuuden vallankumousta alalla. Jacquardin kutomakone on myös vaikuttanut merkittävästi tietokoneohjelmoinnin ja tietokoneiden kehitykseen.

Analogisen automaatiotekniikan puolella edistymisen oli huomattavasti

takkuisempaa. Yksi keskeinen ongelma oli höyrykoneen nopeuden säätö. Oppikirjaesimerkkinä käytetty, keskipakovoimasta mekaanisesti takaisinkytketty Wattin nopeudensäädin (1789) oli ensimmäisenä versiona varsin surkea kapistus. Seuraavan lähes sadan vuoden aikana sitä koetettiin parannella ympäri maailmaa ja aiheesta laadittiin tuhansia patenteja. Avuksi tarvittiin matemaatikoita, ja vihdoin vuonna 1868 sähkömagnetismin kesyttyä **James Clerk Maxwell** julkaisi artikkelin ”On Governors”. Maxwell osoitti, kuinka erilaisille säädinmekanismeille voitiin johtaa lineaariset differentiaaliyhtälöt, mikä tarjosi pohjan säädinten analyysille.



Valmetin Damatic-järjestelmällä toteutettu valvomo 1970-luvulta.



Osa höyrykoneen nopeudensäätimen mekanismista.

Tästä jatkui dynaamisten järjestelmien analyysin tutkimus ja menetelmien kehitys stabiiliuden ehtojen ymmärtämiseksi ja suunnittelumenetelmien kehittämiseksi analogista säätöä varten. Tutkimukseen antoivat oman panoksensa lukuisat kuuluisat matemaatikot ja insinöörit. Eräänlainen välipäätös kehitykselle saavutettiin toisen maailmansodan jälkeisinä vuosina, jolloin mm. julkaistiin **Hendrik Wade Boden** kehitystyön yhteenvedo kirjassa ”Network Analysis and Feedback Amplifier Design” 1945.

Boden, **Nyquistin**, **Zieglerin** ja **Nicholsonin** kehittämät analyysi- ja suunnittelumenetelmät ovat yhä pohjana yleisen perustapauksen (SISO – Single Input Single Output) lineaarisen järjestelmän analyysille ja säädön suunnittelulle sekä viritykselle.

Sota oli vauhdittanut menetelmien ja tekniikan kehittämistä, vaikkakin sitä oli jo aikaisemmin tehty tärkeimpien teollisuuden säätöongelmien ratkaisemiseksi erityisesti Yhdysvalloissa. Konkreettinen haaste sodan aikana oli ollut ilmatorjuntatykin mahdollisimman nopea ja automaattinen suuntaaminen maalin ampumiseksi. Lentokoneiden, ohjusten ja avaruusalusten ohjauksen haasteet puolestaan vauhdittivat optimisäädön ja sen menetelmien kehittämistä 1950-luvulta alkaen.

Mikroprosessorien tulo 1970-luvulla siirsi säädön ja logiikkaohjauksien toteutuksen analogia- ja reletekniikoista digitaalitekniikkaan. Jo 1940-luvulla valmistuneiden analogisen säädön suunnitellu- ja toteutusmenetelmien ja releohjauksen siirtäminen digitaaliseen maailmaan oli suoraviivaista ja nopeaa.

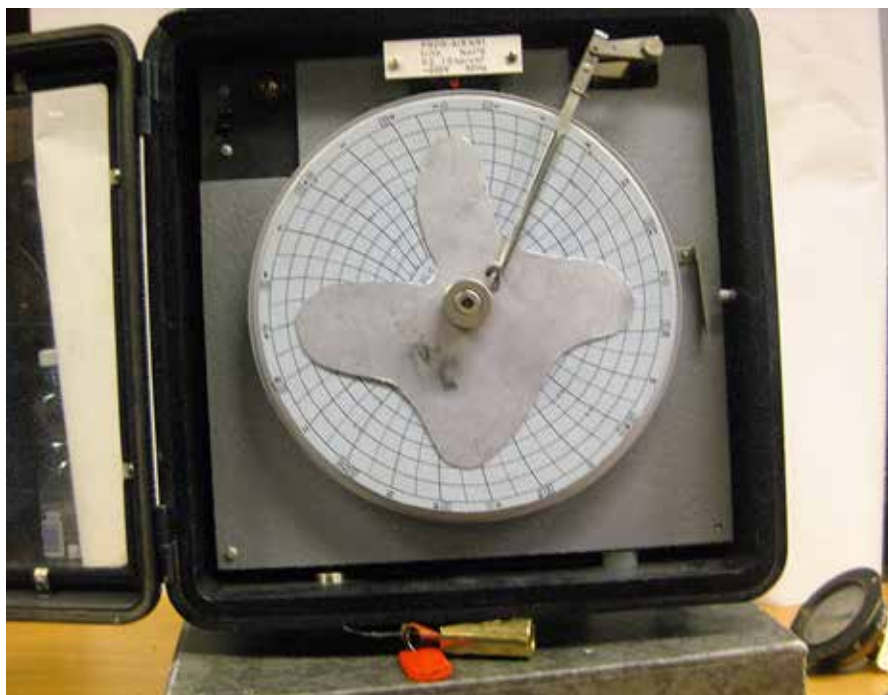
Lisäksi digitaali- ja tietotekniikan kehitys mahdollisti kehittyneempien säätöalgoritmien, ohjauksen ja käyttöliittymien toteuttamisen sekä järjestelmien historiatiedon keräämisen tietokantoihin. Historiatiedon käyttö avasi uusia mah-

dollisuuksia prosessien käyttäytymisen tutkimiseen, optimointiin ja hallinnan kehittämiseen aivan uudella tasolla. Tämän kehityksen myötä ohjelmistojen ja ohjelmistotekniikan merkitys on jatkuvasti kasvattanut suhteellista osuuttaan automaation suunnittelussa ja toteutuksessa.

Mikroprosessorit mahdollistivat myös edullisten ohjelmoitavien logiikoiden, numeeristen työstökoneiden ja robottien ohjainten kehittämisen ja toteuttamisen. Näiden soveltamisen seurauksena kappaletavateollisuudessa tapahtui läpimurronomainen tuottavuuden kehitys »



Honeywellin valmistama, kentälle asennettava pneumaattinen PID-säätäjä.



Pneumaattinen ohjelmäsäätäjä, jossa asetusarvon ajallinen muutos toteutetaan alumiilevystä muotoillun profiilin avulla.

ja paradigmanmuutos. Robotiikka nousi automaation uusimman kehityksen keihäänkärjeksi ja sen uudet potentiaaliset sovellusalueet erityisesti teollisuuden ulkopuolella vaikuttavat lähes rajattoman laajoilta.

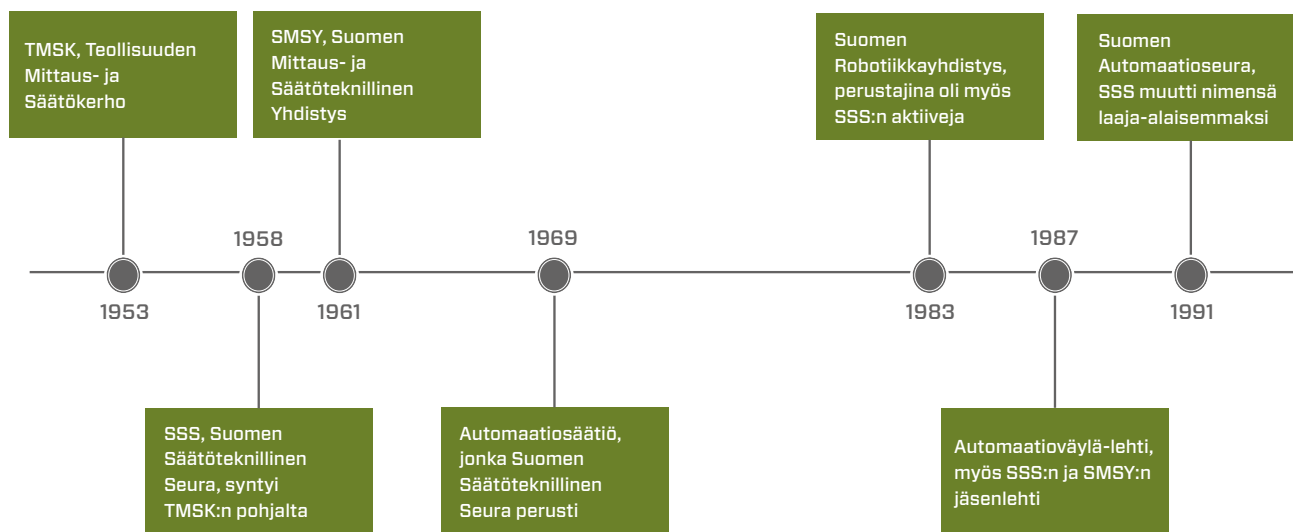
Automaation kehitys Suomessa

Automaation tulo Suomeen alkoi vauhdilla heti 1950-luvun alussa. Tuolloin ei kuitenkaan vielä käytetty termiä automaatio, vaan puhuttiin säätö- ja mittaustekniikasta ja instrumentoinnista. Muutamien

visionääristen ja rohkeiden henkilöiden toimesta uutta oppia käytiin hakemassa Yhdysvalloista, missä instrumenttien valmistus ja säätö- ja mittaustekniikan soveltaminen prosessien automaatioon oli kehityksen kärjessä. Suomessa kyettiin saatua oppeja soveltamaan nopeasti ja ennakkoluulottomasti erityisesti metsäteollisuudessa, mistä ansio kuuluu myös muutamalle silloiselle teollisuuden johtohenkilölle.

Suomessa oli jo jatkosodan loppuvaiheissa jouduttu valmistamaan lentokoneiden mittareita Tampereen lentokonehtaan hienomekaniikan osastolla, missä **Erkki Laurilan** toimesta alettiin kehittämään ja valmistamaan myös teollisuudessa käytettäviä instrumentteja. Laurilan siirtyessä 1946 Teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan professoriksi, **Veijo Hietala** jatkoi instrumenttien kehittämistä lentokonehteen (myöhemmin Valmet Oy:n Instrumenttitehdas).

Erkki Laurila aloitti mittareiden ja säätäjien rakenteiden ja servotekniikan opetuksen sivuaineena TKK:ssa. Akateemikko Laurilaa voidaan pitää suomalaisen automaatiokehityksen isälahmona ja hän oli priimus moottorina myös alan yhdistystoiminnan käynnistämisessä, jonka yksi linja alkoi vuonna 1953 perustetusta Teollisuuden Mittaus- ja Säätökerhosta,



Suomen ammatilliseen automaatioyhteisöön kuuluvien yhdistysten, säätö- ja lehden perustaminen aikajanalla.

jatkuen Suomen Sääteknillisen Seuran nimellä ja päätyen nykyiseen Suomen Automaatioseuraan.

Alkuaikojen 1950-luvulla tapahtuneen nopean kehityksen ja soveltamisen edellytyksiä olivat tuolloin vallinneet hyvin avoin henki loppukäyttäjien kesken sekä kiinnostus uuden tekniikan oppimiseen. Kokemuksia ja tietoja vaihdettiin intensiivisesti. Alalla toimivat mielsivät sen edustavan uutta ja edistyksestä ajattelua ja tekniikkaa, mikä kohotti ammattiyhteisöä ja yhteenkuuluvuuden tunnetta. Nopean ja onnistuneen kehityksen ansiosta Suomen prosessiteollisuuden automaatio edusti eurooppalaista huippua 1950-luvun lopulla.

Suomen Sääteknillisen Seuran (SSS) oheen perustettiin Suomen Mittaus- ja Sääteknillinen Yhdistys (SMSY) alun perin syystä, että silloiset SSS:n säännöt edellyttivät jäseniltä insinöörin tutkintoa, jolloin monet alalla toimivat eivät päässeet jäseniksi. Myöhemmin näiden sisarseurojen välille on kuitenkin kehittynyt luonteva ja toisiaan täydentävä työnjako. SMSY:n toiminta perustuu vahvasti paikallisiin alayhdistyksiin, kun taas Suomen Automaatioseuran (SAS) toiminta on valtakunnallista ja organisoitu sovellusalojen mukaisesti. Nykyisin on monia henkilöitä, jotka ovat molempien yhdistysten jäseniä samanaikaisesti.

Yhdistykset ovat myös järjestäneet automaatioalan seminaari- ja näyttelytoimintaa, myöhemmin yhteistyössä Messukeskuksen ja Jyväskylän Messujen kanssa. Ensimmäiset Automaatiopäivät, seminaari ja näyttely, järjestettiin vuonna 1966. Nykyisin automaatioalan messunäyttelyt pidetään Helsingissä ja Jyväskylässä vuorovuosina kummassakin.

Valmetin Instrumenttitehdas laajensi myöhemmin toimintaansa myös kokonaisten automaatiojärjestelmien kehittämiseen ja valmistamiseen. Amerikkalaisen Honeywellin vuonna 1976 markkinoille tuoma ensimmäinen mikroprosessoripohjainen automaatiojärjestelmä merkitsi teknologiamurrosta, jossa siirryttiin vauhdilla analogisesta toteutustekniikasta digitaaliseen toteutustekniikkaan. Valmet kykeni hyvin pysymään muutosvauhdissa ja

kehitti oman digitaalisen automaatiojärjestelmänsä (Damatic), jonka ensimmäiset teollisuussovellukset otettiin käyttöön vain muutamaa vuotta myöhemmin.

Suomeen perustettiin toinenkin automaatiojärjestelmiä kehittävä ja valmistava yritys, Altim Control, jonka digitaalinen automaatiojärjestelmä (Alcont) tuli Valmetin järjestelmän kotimaiseksi kilpailijaksi. Myöhemmin erilaisten vaiheiden kautta Ahlströmin automaatioliiketoiminta myytiin Honeywellille. Alcont-järjestelmää kyettiin kuitenkin edelleen kehittämään Suomessa ja lisäksi Honeywell perusti 2000-luvulla sensorikehityskeskukseen Suomeen.

Kappaletavaratuotannossa tapahtui paradigmanmuutos pääosin 1980-luvun aikana, jolloin siirryttiin funktionaalisesta tuotannosta tuotteen mukaisesti virtautettuun tuotantoon. Tuotannon ohjauksessa painotettiin tilausten vetämää ohjausta ja juuri oikeaan tarpeeseen (Just On Time - JOT) – periaatetta. Robotisointi ja työstökonejärjestelmien automatisointi tehostivat paradigmanmuutosta ja tuottavuus parani merkittävästi. Samalla syntyi suomalaista kappaletavaratuotannossa käytettävien automatisoitujen järjestelmien valmistusta ja järjestelmien vientiä, esimerkkeinä mainittakoon yritykset Fastems Oy ja Cimcorp Oy.

Robottitekniikan kehittämisen ja soveltamisen edistämiseksi perustettiin vuonna 1983 Suomen Robottiikkayhdistys. Perustajina oli myös Suomen Sääteknillisen Seuran aktiiveja. Tuolloin voimassa olleet SSS:n säännöt vaativat jäsenyyden ehdoksi insinöörin tutkintoa, mikä osaltaan johti tarpeeseen perustaa erillinen yhdistys sen sijaan, että robotiikka-alasta kiinnostuneet olisivat organisoituneet jo olemassa olevan SSS:n puitteissa robotiikkajaoston muodossa.

Prosessiteollisuuden ja kappaletavarteollisuuden automaatiokehityksen lisäksi merkittävä kehitys alkoi myös tuotetiisiin sulautetun automaation alueella. Erityisesti tämä realisoitui suomalaisen koneteollisuuden tuotteiden, kuten esimerkiksi erilaisten liikkuvien työkohteiden automaatiotason nousuna. Kokeusten vaihtamista sekä tutkimuksen ja kehityksen suuntaamista varten perus-

tettiin vuonna 2006 Forum for Intelligent Machines (FIMA), jonka jäseniä ovat alan yritykset, yliopistot ja tutkimuslaitokset.

Akateemisella puolella Erkki Laurilan oppilas **Hans Blomberg** nimitettiin TKK:n professoriksi ja hän valitsi alueeseen systeemiteorian, joka on myös säätötekniikan ja automaatiotekniikan menetelmällisenä perustana. Blombergin oppilaista kaikkiaan 16 on myöhemmin nimitetty professoreiksi eri yliopistoihin tai Valtion teknilliseen tutkimuskeskukseen (VTT). Blombergin ja hänen oppilaidensa vaikutus automaatioalan tutkimukseen ja koulutukseen Suomessa on ollut erittäin merkittävä.

Automaatioalan koulutusta on toki kehitetty yliopistojen lisäksi myös ammattikorkeakouluissa, ammatillisissa oppilaitoksissa sekä täydennyskoulutuksen puitteissa. Alan ammatilliset yhdistykset ovat esittäneet näkemyksiään alan koulutustarpeista kaikilla eri tasoilla, mikä on myötävaikuttanut koulutuksen kehittämiseen ja kohdistamiseen teollisuuden ja elinkeinoelämän tarpeisiin vastaavaksi. **AV**

Teorian ja menetelmien kehityksestä kiinnostuneille löytyy seuraava kokoelma artikkeleita, jotka julkaistiin IEEE Control Systems Magazine:ssa kesäkuussa 1996.

Käytä QR-koodia.





Automaatio – mitä se on?

TEKSTI KARI KOSKINEN KUVAT SANDVIK, ISTOCKPHOTO, FIDELIX

Automaatio on nykyisin taustatekijänä lähes kaikissa teknisissä järjestelmissä ja laitteissa. Tämä pätee paitsi teollisuuden koneisiin ja laitteisiin myös kuluttajatuotteisiin, kuten henkilöautoihin, kodinkoneisiin, sekä erilaisiin elektroniikkatuotteisiin. Artikkelini on jatkoa Automaatioväylän numerossa 5/2017 ilmestyneelle artikkelille Automaatio – mistä se on tullut?

Automaation olemusta luonnehtii hyvin sen poikkitieteellisyys. Automaation keskiössä tai menetelmällisessä ytimessä ovat systeemitekniikka ja säätötekniikka, joiden avulla voidaan laatia tarvittavat mallit ja ohjausalgoritmit kohteena olevasta prosessista tai laitteesta. Nykyisin automaation vallitseva toteutustekniikka on tietotekniikka, vaikka automaatiota voidaan toteuttaa myös perustuen erilaisiin analogiatekniikoihin, kuten automaation alkuaikoina tehtiin. Mittaustekniikka ja siihen perustuvat anturit ja lähettimet antavat automaatiolle aistit, joiden avulla se saa havaintoja kohteena olevan prosessin tai

laitteen toiminnoista ja tiloista. Toimilaitteet, kuten esimerkiksi erilaiset venttiilit ja moottorit ovat automaation lihakset, joilla se pystyy vaikuttamaan kohteena olevaan prosessiin tai laitteeseen.

Automaation kohteena oleva prosessi tai laite ja sen halutut toiminnot on tunnettava riittävästi, jotta automaation onnistunut suunnittelu ja toteuttaminen olisivat mahdollisia. Sovelluksen taloudellinen järkevyyden varmistettava tekemällä arviot kustannuksista ja hyödyistä riittävässä tarkkuudessa. Automaation suunnittelu siten, että se on helppokäyttöistä ja helposti kunnossapidettävää on keskeinen vaatimus turvallisuuden, käytettävyyden

ja elinkaarikustannusten minimoinnin kannalta.

Automaatiosovellukseen liittyviä aktiviteetteja ja tietoja voidaan parhaiten koota ja jäsentää elinkaarimallin avulla, johon liittyviä päävaiheita ovat suunnittelu, toteutus, käyttöönotto, käyttö, kunnossapito, päivitys sekä purku ja kierrätys. Nämä vaiheet ovat yleispäteviä riippumatta sovelluksen luonteesta, joka voi olla prosessiautomaatiota, kappaletavara-automaatiota, tuotteisiin sulautettua automaatiota tai erilaisten infrastruktuurien automaatiota. Suuri haaste ja myös mahdollisuus piilee elinkaarenaikaisessa tiedonhallinnassa.

Automaation soveltaminen Strömsössä

Automaation suunnittelu linkitetään alusta alkaen hyvin yhteen rakennus- ja prosessisuunnittelun kanssa. Koko tuotantolaitoksesta automaatio mukaan lukien muodostetaan digitaalinen kaksonen todellisen laitoksen kanssa. Digitaalisia malleja käytetään suunnitteluvaiheessa tuotantoprosessin ja sen automaation simulointiin ja toiminnan testaamiseen. Tältä pohjalta täsmennetään ja optimoidaan suunnittelupäätöksiä sekä valmistellaan ja valvotaan toteutusta. Käyttöönotto tapahtuu nopeasti ja onnistuneesti, koska suurin osa automaatioon liittyvistä toiminnoista on testattu jo etukäteen simulaatiomallien avulla. Operaattorit on myös koulutettu tehtäviinsä tuotantoprosessista laaditun koulutussimulaattorin avulla. Käyttöönoton tapahduttua digitaalinen kaksonen vastaa riittävällä resoluutiolla fyysistä sisarustaan.

Monitoimittajaympäristössä suunnittelutiedon vaihtaminen eri yritysten ja organisaatioiden välillä perustuu yhteisesti sovittuihin käytäntöihin, standardeihin ja

ohjelmistoteknisiin rajapintoihin. Tietomallit ja tiedot eri suunnitteluaspektien, kuten rakennus-, putkisto-, sähkö-, instrumentti- ja automaatio suunnittelun välillä liikkuvat saumattomasti eri ohjelmistojen välillä sopivia rajapintoja käyttämällä. Näin toimien voidaan digitaaliset mallit kehittää ja koostaa yhteen onnistuneella tavalla laitoksen digitaalseksi kaksoseksi.

Käytön aikana kerätään kattavasti käyttöön ja kunnonvalvontaan liittyvää tietoa, minkä mm. älykkäät kenttälaitteet ja teollisen internetin tekniikoiden soveltaminen mahdollistavat. Kertynyttä tietomassaa (Big Data) analysoidaan tehokkailla ohjelmistotyökaluilla ja analyysien tuloksina löydetään parannuksia prosessin säätöön ja ohjaukseen, joiden avulla parannetaan tuottavuutta.

Tuotantoprosessin laadukasta toimintaa voidaan valvoa myös automaattisesti erilaisia häiriö-, poikkeus- ja vikatilanteita tunnistavien ohjelmistojen avulla. Kunnonvalvontaan liittyvien tietojen analysoinnilla saadaan reaalista tietoa koneiden ja laitteiden terveydentilasta ja huollon tarpeesta. Tällöin huolto- ja korjaustoi-

menpiteet voidaan suunnitella vastaamaan todellista tarvetta mahdollisimman hyvin.

Laitoksen elinkaaren aikana prosessiin ja automaation tehdään yleensä muutoksia ja päivityksiä. Ajan tasalla pidetty digitaalinen kaksonen auttaa näiden toimien suunnittelussa. Toteuttamisen jälkeen myös digitaalinen kaksonen on päivitetty vastaamaan uutta tilannetta laitoksella.

Elinkaaren viimeinen osa on tuotantoprosessin purku ja käyttökelpoisten koneiden ja laitteiden kunnostus kierrätystä ja uudelleenkäyttöä varten. Ajan tasalla pidetty tuotantolaitoksen digitaalinen kaksonen antaa hyvän lähtökohdan tämän vaiheen kustannustehokkaalle suorittamiselle.

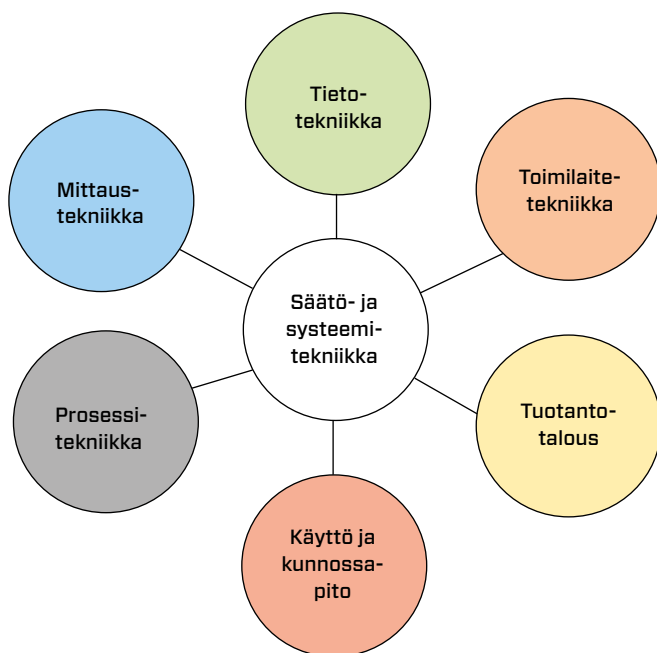
Miksi todellisuus ei ole kuin Strömsössä?

Tähän on monia reaali maailman käytännön syitä. Usein kysymyksessä on monitoimittajaympäristö, joka lisää asioiden haasteellisuutta, koska standardeissa ja rajapinnoissa on vielä kehittämistä. Digitaalisten mallien luonti ja ylläpito vaativat suhteellisen paljon resursseja, jolloin niistä joudutaan tinkimään. Monissa käytännön projekteissa uusitaan tai laajennetaan vain osa tai osia tuotantoprosessista ja sen automaatiosta, jolloin joudutaan integroimaan uutta ja vanhaa laitekantaa ja ohjelmistoja toimimaan yhdessä. Joissakin tapauksissa automaatiolaitteiden elinkaaret ovat huomattavan pitkiä, jopa useita vuosikymmeniä.

Prosessin luonne voi asettaa tiukkoja rajoituksia sille, kuinka usein päivityksiä on mahdollista tehdä. Esimerkiksi ydinvoimalat ja jotkut kemian teollisuuden prosessit sallivat huoltoja ja päivityksiä vain harvoin ja kapeissa aikaikkunoissa. Nykysisin prosessi- ja laitedataa kerätään verraten paljon, mutta sen hyödyntäminen analyysien avulla ei ole vielä huippuunsa kehittynyttä. Reaali maailmassa myöskään automaatioprojektin johtaminen ei aina suju ihanteellisella tavalla.

Automaatio yhteiskunnan ja elämän eri osa-alueilla

2000-luvun alussa automaatio oli muodossa tai toisessa levinnyt jo lähes joka paikkaan teollisuudessa, infrastruktuu-



Automaation poikkitieteellisyys kaaviona. Onnistuneen sovelluksen edellytyksenä on, että automaation kaikki osa-alueet hallitaan riittävästi. Sovellus on vain niin vahva kuin sen heikoin lenkki.



Sandvikin porauslaite mallia DT922i on tarkoitettu tunnelintekoon. Koneessa on täysin automaattiset puominliikkeet ja poraustoiminnot.

reissa ja kuluttajatuotteissa. Automaation ja erityisesti sulautetun automaation rooli erilaisissa tuotteissa ja sovelluksissa oli selvää alan asiantuntijoille, mutta suurella yleisöllä ei välttämättä ollut asiasta kovin hyvää käsitystä.

Automaation merkityksen selventämiseksi ja kansantajuistamiseksi Suomen Automaatioseura järjesti yhdessä Tiedekeskus Heurekan kanssa näyttelyn ”Automaatio – helppoa elämää”, jonka tarkoituksena oli havainnollistaa sitä, miten monissa eri arkielämän sovelluksissa nykyisin käyte-

tään automaatiota tai miten sovellukset ovat mahdollisia vain automaation avulla. Yhteistyössä tutkimustahojen ja yritysten kanssa näyttelyyn suunniteltiin ja toteutettiin yli 50 erilaista demonstraatiolaitteistoa. Näyttely oli esillä Heurekassa vuosina 2004 ja 2005 ja sen jälkeen se vielä kiersi muutamassa ulkomaisessa kohteessa parin vuoden ajan.

Automaation taloudellisten vaikutusten arvioiminen kokonaisuutena kansantalouden kannalta on haasteellinen tehtävä liittyen juuri automaation yleiseen tarpeel-

lisuuteen ja sen kautta mukanaoloon osana lähes kaikissa tuotteissa ja sovelluksissa. Yksittäisissä tuotteissa ja sovelluksissa kustannusten ja hyötyjen analyysi on kuitenkin usein tehtävissä melko suoraviivaisesti ja luotettavasti. Kvalitatiivisesti voidaan kansantalouden tasolla kuitenkin todeta, että esimerkiksi useimmissa Teknologiateollisuuden vientituotteissa korkea automaatiotaso on olennainen asia kilpailukyyn kannalta ja suojaa samalla kopioinnilta. Vastaavasti voidaan myös todeta, että kotimaisessa valmistavassa teollisuudessa riittävän korkea automaatioaste on elinehto, jotta valmistus voisi ylipäätään jatkua. Yhtenä esimerkkinä tästä voi mainita Uudenkaupungin autotehtaan, joka on onnistunut jopa laajentamaan tuotantoaan pitkälle viedyn robotiautomaation ansiosta.

Esimerkkinä pitkälle automatisoidusta investointituotteesta on tämän jutun kuvassa esiintyvä Sandvikin tunneliporakone. Sandvikilla on Tampereella kaivosteknologian osaamiskeskus, joka yhteydessä on koekaivos uuden tekniikan testaamiseksi. Sandvikin tuotekehitystiimi palkittiin kaivostekniikan automaatiohjauksesta ja siihen liittyvästä navigoinnista Suomalaisella insinööriyöpalkinnolla vuonna 2013. TEK ja TFiF jakavat vuosittain Suomalaisen insinööriyöpalkinnon huomionosoituksena ansiokkaasta teknologisesta innovaatiosta ja käytännön soveltamisesta. Palkintoa on jaettu vuodesta 1981 lähtien ja vuonna 2013 palkittu kaivosautomaatiojärjestelmä oli ensimmäinen ja toistaiseksi ainoa keskeisesti automaatiotekniikkaan liittyvä insinööriyöpalkinto.

Kaivostekniikan lisäksi suomalaiset yritykset ovat kehittäneet pitkälle automatisoituja, liikkuvia työkoneita myös muille aloille, kuten esimerkiksi metsänkorjuuseen, kiviaineksen murskaukseen rakennustyömailla ja konttien käsittelyyn satamissa. Suurin osa liikkuvista työkoneista menee vientiin ja korkea automaatioaste on olennainen elementti niiden kilpailukyyn kannalta. Koneissa käytetty sulautettu automaatio hyödyntää suurelta osin autoteollisuuteen kehitettyä väylä-, anturi- ja ohjainratkaisuja, mikä mahdollistaa kustannuksiltaan edullisten sovellusten kehittämisen.



Uusi kehärata avattiin liikenteelle vuonna 2015. Suuret infrastruktuurihankkeet, kuten kehärata, sisältävät huomattavan määrän automaatiota.



Heurekan näyttelyn tukimateriaaliksi laaditun artikkelisarjan pohjalta toimitettiin myös Opetushallituksen julkaisema oppikirja. Kirja on tarkoitettu perustekseksi lukion ja ammatillisen peruskoulutuksen ja aikuiskoulutuksen automaatio-opintoihin.



Pallo hallussa Heureka-automatiossa. Pallo pitää tasapainotusta kahteen suuntaan kallistuvalla alustalla. Automaattio hoitaa asian nopeasti ja varmasti, mutta ihmiselle tehtävä on hyvin vaativa, liki mahdoton.

Automaation integroituminen muihin järjestelmiin

Viime vuosikymmenten keskeinen kehitystrendi on ollut automaatiosovellusten ja -järjestelmien integraatio muihin järjestelmiin, kuten valmistuksenohjauksen, tuotannonohjauksen ja kunnossapidon järjestelmiin. Tämä kehitys on tapahtunut teollisuuden ja tuotannon kaikilla alueilla lähtien prosessiteollisuudesta ja kappale-tavaratuotannosta ja päätyen työmaiden, kuten esimerkiksi kaivosten, maanrakennustyömaiden ja satamien automaattisten koneiden integroimiseen osaksi laajaa, työmaan toiminnanohjauksen kokonaisjärjestelmää.

Ohjelmistotekniikka on noussut hallitsevaan asemaan Järjestelmien toteuttamisessa sekä integroinnissa erilaisten rajapintojen kautta. Automaatiojärjestelmät ja sovellukset ovat nykyisin keskeisesti ohjelmistoja ja ohjelmistojärjestelmiä, joiden kehityksen ja ylläpidon hallinta ovat kriittisen tärkeitä prosesseja yrityksessä.

Monet ohjelmistojärjestelmät ja niiden sisältämät tiedot perustuvat nykyisin ulkoistettuihin, internetissä oleviin palveluihin, ”pilvipalveluihin” ja ”pilvilaskentaan”.

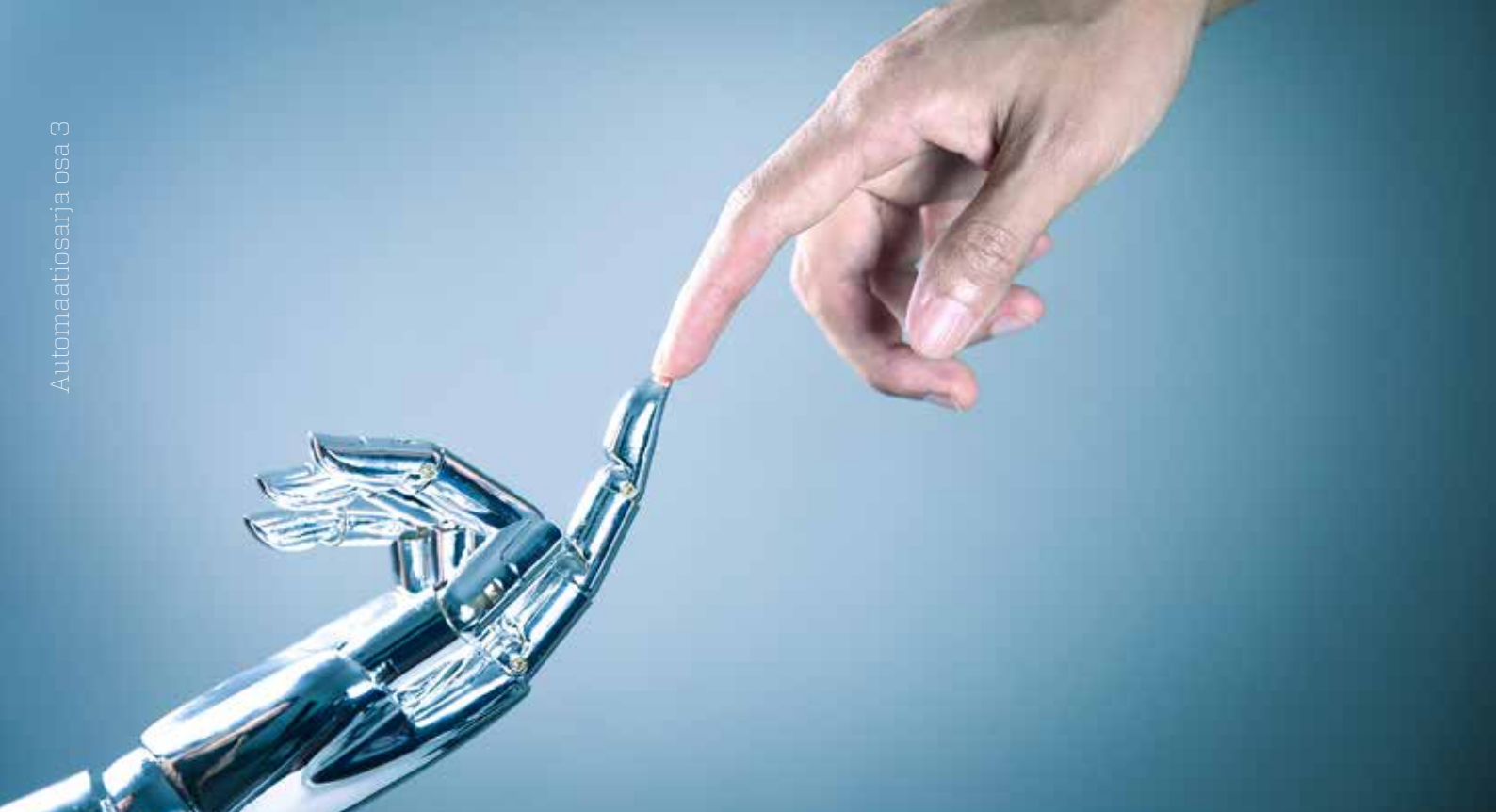
Niiden etuna on helppo skaalattavuus ja kustannustehokkuus esimerkiksi suurten tietomassojen (Big Data) keruussa, analysoinnissa ja hallinnassa. Varjopuolena on epävarmuus tietoturvasta ja sen tasosta, joissa asioissa palvelun ostaja joutuu luottamaan palvelun tarjoajan kykyyn ja haluun pitää tietoturvasta riittävää huolta.

Tulevaisuudessa teollisen internetin tai esineiden internetin (IoT) laajentuminen mahdollistaa yhä suurempien tietomassojen keruun. Automaatiojärjestelmät ja sovellukset kytkeytyvät enenevästi myös

esineiden internetiin. Tähän liittyvät tietoturvakysymykset ovat tästä syystä suuren mielenkiinnon kohteena myös automaatiojärjestelmien näkökulmasta ja hyviä ratkaisumalleja tietoturvalle tarvitaan.

Kevään aikana ilmestyy tämän automaation historiaa, nykytilaa ja tulevaisuutta käsittelevän artikkelisarjan kolmas osa, jonka nimi on Automaatio – mihin se on menossa? Kolmas ja viimeinen osa hahmottaa automaation kehityksen ja soveltamisen huikaita tulevaisuuden näkymiä. **AV**

DIGITAALINEN KAKSONEN, englanniksi digital twin, viittaa kokoelmaan tietomalleja, jotka kuvaavat fyysisistä kohteista, kuten esimerkiksi tuotteista, tuotantolaitosta, rakennusta, työmaata tai infrastruktuuria. Tietomallit kuvaavat kohteen fyysisen rakenteen, toiminnan ja dynamiikan valitulla tarkkuudella. Tarkkuus tai resoluutio valitaan niin, että se on minimi, mutta riittävä tietomallin käyttötarkoitukseen. Digitaalisen kaksohen muodostavia tietomalleja ja niiden sisältöä pyritään päivittämään kohteen elinkaaren aikana perustuen kohteelle tehtäviin muutoksiin sekä antureista ja laitteista saataviin mittaus- ja tilatietoihin.



Minne menet automaatio?

TEKSTI KARI KOSKINEN KUVAT ISTOCKPHOTO, CARTOONSTOCK, ROLLS ROYCE

Automaation tulevaisuuteen vaikuttavat sekä loppukäyttäjien tarpeet ja halut että teknologioiden kehitys. Tarpeiden ja halujen priorisointiin ja rajaukseen vaikuttavat sosiaaliset ja eettiset järjestelmät ja arvot. Tältä pohjalta voidaan hahmottaa skenaarioita, miten automaatiota kehitetään ja sovelletaan tulevaisuudessa ja miten se vaikuttaa ympäristöön ja elämisen laatuun.

Maan biosfääri on erittäin monimutkainen järjestelmä, jossa asiat, kuten ilmaston muutos, ravinnon tuotanto, tavaroiden tuotanto, kauppa, väestönkasvu, taudit ja epidemiat, sosiaaliset konfliktit, väestön muuttoliikkeet ja sodat ovat monilla tavoin keskinäisessä vuorovaikutuksessa.

Ilmaston lämpeneminen syventää muita ongelmia ja vaikeuttaa niiden ratkaisemista. Sen hidastamiseksi on ryhdytty toimenpiteisiin, joilla pyritään vähentämään hiilidioksidipäästöjä energian tuotannossa ja liikenteessä. Uusiutuvat ja päästöttömät energiantuotannon muodot, kuten aurinkosähkö ja tuulivoima edellyttävät älykästä sähköverkkoa, jonka puit-

teissa kyetään sopeutumaan vaihtelevaan tuotantoon. Verkon toteuttaminen vaatii myös automaation laajempaa soveltamista sähkön tuotannossa, siirrossa ja kulutuksen ohjauksessa.

Liikenne ja automaatio

Liikenteen päästöjä vähentävänä ratkaisuna voisivat olla sähkö- tai vetykäyttöiset

autot, mikä vähentäisi päästöjä radikaalisti kaupungeissa ja taajamissa. Globaali vaikutus ilmastoon riippuisi kuitenkin siitä, miten päästöttömästi liikenteessä käytetty sähkö ja vety tuotettaisiin. Tämän kokonaisuuden eri kohteissa tarvittaisiin myös lisääntyvää automaation soveltamista.

Itseohjautuvien ajoneuvojen kehittäminen on globaali trendi. Niiden käyttöä on perusteltu paitsi liikenneturvallisuuden lisääntymisellä myös ajatuksella niiden yhteiskäytöstä, jolloin pärjättäisiin pienemmällä määrällä kulkuneuvoja. Yhteiskäyttöä voidaan toki kehittää myös perinteisillä, manuaalisesti ohjattavilla autoilla. Lisäksi on kehitetty järjestelmiä, joiden avulla asiakas voi tilata matkalleen kokonaissuunnitelman ja varaukset erilaisiin kulkuvälineisiin (Mobility as a Service, MaaS). Näiden asioiden toteuttaminen vaatii paitsi pilvipalveluiden soveltamista osana kokonaisjärjestelmää myös uudentyyppistä automaatiota ajoneuvojen ohjauksessa. Erityisen haasteellista on itseohjautuvien autojen turvallisuuden saattaminen hyväksyttävälle tasolle myös vaativissa tie- ja sääolosuhteissa.

Merikuljetukset ovat nykyisin varsin kustannustehokkaita, mikäli kuljetuksiin voidaan käyttää aikaa. Merikuljetusten automatisointi miehittämättömiä, kauko-ohjattavia aluksia käyttämällä on jo kehittyillä. Automatisoinnilla arvioidaan voitavan parantaa paitsi kustannustehokkuutta myös turvallisuutta. Perinteisissä aluksissa voidaan myös soveltaa automaatiota uudella tavalla esimerkiksi kulkureitin ja nopeuden optimointiin polttoaineen säästämiseksi.

Liikenteen ja logistiikan automaatio tuottaa kaupan ja palvelutoiminnan puolella monia selviä hyötyjä. Samaa teknologiapohjaa voidaan kuitenkin käyttää myös uudentyyppisten aseiden ja asejärjestelmien kehittämiseen ja toteuttamiseen, mikä on herättänyt huolestuneisuutta.

Terveystieteiden ja automaatio

Automaatiolla on jo entuudestaan vahva asema lääketieteellisissä laitteissa sekä laboratorioiden analyysilaitteissa ja logistiikassa. Leikkauksissa käytetään hyväksi robotteja, joiden avulla monet leikkaukset on mahdollista suorittaa tarkemmin ja

tähystysleikkauksina perinteisten avoleikkauksen asemesta.

Automaatiolla ja palvelurobotiikalla on kasvava rooli vammaisten ja vanhusien apuna ja turvana. Tulevaisuudessa kehitetään myös yhä parempia proteeseja korvaamaan menetettyjä jäseniä. Käsi- tai jalkaproteesi voidaan toteuttaa biomekatronisesti, mikä tarkoittaa ohjauksen kytkemistä käyttäjän hermostosta proteesiin elektroniseen ohjaukseen. Vastaavasti voidaan esimerkiksi käsi- ja jalkaproteesin sormista välittää tuntosignaaleja elektroniikan kautta käyttäjän hermostoon, jolloin käyttäjälle syntyy tuntoaistimus.

Uusi keskeinen trendi on erilaisten fysiologisia suureita mittaavien antureiden kehittäminen ja niiltä saatavien mittaustietojen hyödyntäminen terveydentilan valvonnassa ja sairauksien diagnosoimisessa. Tämä alue tarjoaa tulevaisuudessa valtavia

mahdollisuuksia elämänlaadun parantamiseen ja uhkien torjuntaan globaalisti.

Kevyet, mikrofluidistiikkaan perustuvat verianalysaattorit mahdollistavat tautien ja sairauksien nopeat diagnoosit alueilla, joilla terveydenhuollon infrastruktuuria ei ole tai se on hyvin puutteellinen. Tällä valmiudella voi olla myös keskeinen merkitys pandemioiden ehkäisyssä tulevaisuudessa.

Vaatekukseen tai ihoon kiinnitettävät fysiologiset anturit mahdollistavat esimerkiksi liikunnan, lämpötilan, pulssin ja hengityksen seurannan. Seuraava vaiheena ovat implanttianturit, jotka voidaan asentaa pysyvästi ihon alle. Näillä on mahdollista mitata myös suuri joukko vereen liittyviä arvoja. Implanttien käyttöönotto helpottaisi esimerkiksi joidenkin kroonisten sairauksien hoitotasapainon seurantaa potilaan itsensä toimesta.

Tiedot voitaisiin välittää lähietäisyydeltä »



CartoonStock.com

Ilmastomuutoksen aiheuttamat globaalit haasteet eivät ole helposti vastattavissa. Automaatiolla tulee olemaan tärkeä osa siinä, miten haasteisiin vastataan.



Näkemys Marsin pinnalle rakennetusta kasvihuoneesta. Tällaisia tulaisiin rakentamaan vielä kuluvan vuosisadan aikana, mikäli Elon Muskin visiot Marsin siirtokunnasta pitävät kutinsa.

potilaan mobiililaitteessa olevaan sovelukseen tallennettaviksi. Haasteena on antureiden tarvitsema virtalähde, jonka tulisi olla mahdollisimman pitkäkestoinen. Tutkimuksen kohteena on myös tekniikoita, joilla anturi voisi saada tarvitsemansa energian ympäristöstään (kehosta) ilman ulkoista paristoa.

Geenitekniikka ja automaatio

Vuoden 2016 Millenium-palkinto myönnettiin Professori **Frances H. Arnoldille** (California Institute of Technology) uusien entsyymien valmistusmenetelmästä ja suunnatusta evoluutiosta. Arnoldin työn ansiosta tutkijat ja lääketieteellisyys, biopoltoaineiden tuottajat ja monet muut teollisuudenalat ovat saaneet käyttöönsä menetelmän tärkeiden entsyymien valmistamiseksi.

Arnold vieraili Suomessa maalikuussa 2017 ja piti esitelmän työstään. Hän kertoi automaation mahdollistaneen hänen kehittämänsä menetelmän toteuttamisen. Suurten näytemäärien käsittelyssä vain

riittävä automaatiotaso pystyi tekemään laboratorion toimintaprosessista taloudellisesti mahdollisen.

Aiempaa huomattavasti tarkemmasta geenimuuntelutekniikasta (CRISPR/cas9) odotetaan apua paitsi erilaisten sairauksien hoitoon myös parempien ja kestävämpien viljelykasvien kehittämiseen. Näiden kehityksissä automaation tuomasta nopeudesta ja kustannustehokkuudesta on olennaista apua.

Ruonan tuotanto ja automaatio

Lähes kaikki maailman viljelyskelpoinen maa on jo käytössä. Käyttöä olisi mahdollista tehostaa monilla alueilla ottamalla käyttöön parempia kasvilajikkeita sekä käyttämällä keinokastelua, lannoitusta ja tuholaistorjuntaa kohdennetusti. Automaatiota hyödyntävillä täsmäviljelytekniikoilla on huomattavaa potentiaalia lisätä pinta-alaa kohti laskettua tuotantoa. Samalla kyetään säästämään veden, lannoitteiden sekä torjuntakemikaalien käytössä. Paikkatietoa ja GPS-ohjattuja

maanviljelyskoneita hyödyntäviä tekniikoita on Suomessa tutkittu Aalto-yliopiston, Helsingin yliopiston ja Luonnonvarakeskuksen toimesta.

Globaalit väestöennusteet vaihtelevat, mutta useimmat niistä povaavat noin kolmen miljardin suuruista lisäystä vuosisadan puoleenväliin mennessä. Tämä merkitsee tarvetta tehdä vihreä vallankumous 2.0, mikäli halutaan välttää ravinnon puutteelta ja jopa suoranaista nälänhädältä.

Hollanti on johtava maa modernin kasvihuoneviljelyn alalla. Johtava asema perustuu viljeltävien lajikkeiden jatkuvaan tutkimukseen ja jalostukseen sekä viljelystekniikoiden kehittämiseen. Kasvihuoneiden ilmastointi, kasvien keinokastelu ja valaistus tapahtuvat automaatiojärjestelmien ohjauksessa. Tehokas kasvihuoneviljely on keino lisätä ruuan tuotantoa alueilla, missä viljelymaan käytössä ei enää löydy merkittävää kehitysvaraa.

Ammatit ja automaatio

Automaation käyttöönotto on herättänyt suuria tunteita jo sen alkutaipaleella. Ludiiitit tuhosivat Britanniassa 1700-luvun lopulla ja 1800-luvun alussa automatisoituja kehruu- ja kutomakoneita, koska ne uhkasivat viedä työpaikat ja ansiot perinteisin menetelmin harjoitetulta langan ja kankaan kotiteollisuusvalmistukselta.

Automaation käyttöönotto koetaan edelleen uhkana monella alalla, koska se merkitsee lähes aina myös muutosta alan määrälliseen työvoimatarpeeseen ja työntekijöiden osaamisprofiiliin. Toisessa vaakakupissa ovat puolestaan myönteiset vaikutukset, kuten tuottavuuden ja laadun paraneminen, työturvallisuuden ja työn sisällön paraneminen sekä kilpailukyvyyn paraneminen, mikä on usein välttämättömä edellytys työpaikkojen säilymiselle ylipäätään.

Tiedonkäsittelyn automatisointi on vaikuttanut ammatteihin ja työvoiman tarpeeseen paitsi tavaroiden valmistuksessa myös rahalaitoksissa ja toimistoissa. PC:n myötä vauhtiin lähtenyt toimistoautomaation soveltaminen on supistanut työvoiman tarvetta merkittävästi viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana. Nykyisin tekoälyn soveltaminen esimerkiksi



Rolls-Roycen arvion mukaan miehittämättömät rahtilaivat säästäisivät 20 prosenttia kuljetuskustannuksista. Mahdollisten teleoperaation yhteyshäiriöiden varalta laivoihin on luotava myös täysin autonominen ohjaus.

rutiniluonteisten lainapäätösten tekoon tai urheilu-uutisten generointiin tulee edelleen supistamaan näihin tehtäviin tarvittavien ihmisten määrää.

Teollisen valmistuksen puolella merkittävä uusi trendi on 3D-tulostus, joka mah-

dollistaa myös uudentyyppiset rakennukset, joiden valmistaminen perinteisillä, ainetta poistavilla menetelmillä olisi liian kallista tai jopa teknisesti mahdotonta. 3D-tulostimet ovat koko- ja hintaluokaltaan keskimäärin pieniä ja edullisia

verrattuina konepajoissa käytettäviin aineita poistaviin työstökoneisiin. Tämän johdosta esineiden valmistus tulee jatkossa tapahtumaan yhä enemmän hajautetusti ja pienissä yksiköissä, jotka hyödyntävät 3D-tulostusta. »

Aseet ja automaatio

TEKOÄLY- ja robottitekologiaan perustuvan aseistuksen kehittämisessä eettinen jakolinja näyttäisi asettuvan kohtaan, missä ihminen on vielä mukana luopissa tunnistamassa ja osoittamassa maalin ja antamassa lopullisen tulitöskyn. Tällaiset puoliautonomiset aseet ja asejärjestelmät hyväksytään helpommin kuin täysin autonomiset, jotka hakevat maalinsa itsenäisesti ja päättävät itse maalin tulituksesta. Tunnettu esimerkki puoliautonomisesta asejärjestel-

mästä ovat kauko-ohjatut, miehittämättömät lennokit, joita on käytetty täsmäiskuisissa terroristeiksi epäiltyjä henkilöitä vastaan.

Tutkijayhteisön vetoomus "tappajarobottien" kieltämisestä

Heinäkuussa 2015 yli tuhat tekoälytutkijaa ja tunnettua teknologia-yritystä allekirjoittivat Yhdistyneille Kansakunnille osoitettu vetoomuksen autonomisten aseiden kehittämisen ja käyttämisen kieltämiseksi.

Huoli autonomisista aseista on perusteltu myös syystä, että kynnys niiden kehittämiseen ja valmistamiseen on matala, koska tarvittavat teknologiat ovat jo pitkälti olemassa ja kysymys on vain teknologioiden yhdistämisestä. Kysymyksessä ovat paljolti samat teknologiat, joita tarvitaan itseohjautuvien autojen toteuttamisessa. Valtioiden ohella autonomiset aseet voisivat helposti päätyä myös terroristi- ja rikollisryhmien käyttöön. **AV**



Laboratorioautomaatio on välttämätön edellytys terveydenhuollossa sekä lääketieteellisessä ja geeniteknologisessa tutkimuksessa.

Samalla vähenee logistiikan tarve kuljetuksissa ja varastoinnissa, koska yhä useammat esineet voidaan valmistaa pienemmällä etäisyydellä loppukäyttäjältä. Lisäksi esineet voidaan saada käyttöön nopealla toimitusajalla. Yhtenä seurauksena tulee kuitenkin olemaan vastaavan tuotannon väheneminen konepajoissa, mistä seuraa myös työvoimatarpeen väheneminen konepajateollisuudessa.

Tekoälyn pelko on viisauden alku

Bill Gates on nostanut keskusteluun ajatuksen robottiverosta, jolla voitaisiin tasoittaa ja hidastaa liian nopeaa muutosta robottiautomaation käyttöönotossa. Pohtimisen aihetta antaa myös Gatesin ja eräiden muiden vaikuttajien varoitus tekoälyn hallitsemattomasta kehityksestä, joka voi ottaa niskaotteen ihmisestä, ellei ihminen pidä varaansa.

Tekoälyn pelkoa voidaan purkaa erilaisiin osiin. Ensinnäkin on pelkoa sellaisesta supertekoälystä, joka voisi kehittyä ihmistä etevämmäksi ja ottaa koko biosfäärin ihmiset mukaanluettuina valtansa alle. Skenaariossa supertekoälyllä olisi oma tahtonsa, mihin ihminen ei enää kykenisi vaikuttamaan. Tällainen kehityskulku tuntuu erittäin kaukaiselta, koska sellaisten ominaisuuksien kuten oma tietoisuus ja tahto synnyttäminen tekoälyjärjestelmään odottaa vielä kauan keksijäänsä.

Edellä oli myös puhetta uusista tekoälyn ja robotiikkaan perustuvista aseista ja asejärjestelmistä. Nämä ovat todellisen ja välittömän huolen aihe, ellei niiden kieltämisestä tai rajoittamisesta saada sovituksi. Tässä yhteydessä kyse ei kuitenkaan ole mistään supertekoälystä, vaan aivan tavallisesta ja jokapäiväisestä

ohjelmoitavasta tekoälystä, joka taipuu moniin sovelluksiin.

Tekoälyn hyötykäytöllä voidaan auttaa ja parantaa maailman tilaa monilla eri tavoin. Hyötykäyttöönkin voi kuitenkin liittyä erilaisia ongelmia, kuten liian nopea muutos ammateissa ja työtehtävissä. Toinen potentiaalinen ongelma on tasapainon löytäminen tekoälyjärjestelmien tarvitsemien tietojen ja yksityisyyden turvaamisen välillä. Nämä hyötykäyttöön liittyvät mahdolliset ongelmat ovat perusteltu pelon aihe tekoälystä puhuttaessa.

Pelot ja niiden aiheet on hyvä tarkastella ja keskustella huolellisesti läpi. Tekoälyn käyttöönotto on sen jälkeen mahdollista toteuttaa niin, että tekoälyn ja automaation soveltamisesta saadaan maksimaaliset hyödyt ja minimoidaan haittavaikutukset. **AV**