

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknillinen tiedekunta. Sähkötekniikan osasto  
Tutkimusraportti 24

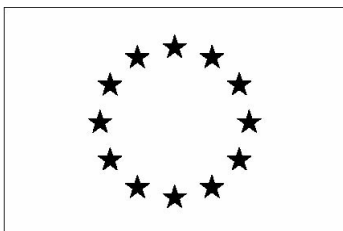
Kati Pöllänen, Riku Pöllänen, Toni Pirhonen, Olli Pyrhönen

Metsäklusterin tutkimusverkosto:  
Metsäteollisuuden prosessien automaation, diagnostiikan ja  
kunnossapidon tutkimus

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknillinen tiedekunta. Sähkötekniikan osasto  
PL 20  
53851 LAPPEENRANTA

ISBN 978-952-214-457-7  
ISBN 978-952-214-458-4 (PDF)  
ISSN 1459-3122

Lappeenranta 2007





## TIIVISTELMÄ

Kati Pöllänen, Riku Pöllänen, Toni Pirhonen, Olli Pyrhönen

### **Metsäklusterin tutkimusverkosto: Metsäteollisuuden prosessien automaation, diagnostiikan ja kunnossapidon tutkimus**

Lappeenranta 2007

59 s.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Teknillinen tiedekunta. Sähkötekniikan osasto

Tutkimusraportti 24

ISBN 978-952-214-457-7

ISBN 978-952-214-458-4 (PDF)

ISSN 1459-3122

Tämä selvitys on osa Etelä-Suomen lääninhallituksen, ESR:n (Euroopan sosiaalirahasto) ja Lappeenrannan kaupungin rahoittamaa ”Metsäklusterin tutkimusverkosto”-hanketta, joka toteutettiin 1.10.2006-31.10.2007 välisenä aikana Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla. Hankkeessa tehtiin selvitys metsäklusterin tutkimustoiminnasta ja tutkimustarpeista rajattuna prosessianalytiikan, automaation ja käynnissäpidon alueille. LTY:n yhtenä vahvana strategisena painopistealueena on metsäklusteri ja ”Metsäklusterin tutkimusverkosto”-hanke liittyy keskeisenä osana edellä mainittujen painopistealueiden selvitystyöhön LTY:ssä.

Selvitykseen kuuluivat kirjallisuus- ja internethaut sekä haastattelututkimus. Internet- ja kirjallisuushauissa hyödynnettiin mm. yritysten ja toimijoiden kotisivuja, erilaisten tutkimushankkeiden raportteja, konferenssien ja seminaarien materiaaleja. Haastattelututkimuksessa haastateltiin metsäklusterissa toimivia automaatiosta, kunnossapidosta ja tuotannosta vastaavaa henkilöstä sekä alan tutkimuksesta vastaavia asiantuntijoita. Hankkeessa pidettiin loppuseminaari 27.9.2007 Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla. Loppuseminaarissa esiteltiin hankkeen tulokset sekä kuultiin eri tahojen esityksiä prosessianalytiikkaan, -automaatioon ja käynnissäpitoon liittyen.

Selvitys vahvisti olettamuksen, että metsäteollisuuden prosessiautomaation ja kunnossapidon toimialakenttä on erittäin monitahoinen ja parhaillaan muuttuva alue. Selvitystyön tuloksena tuli esille useita konkreettisia tutkimusaiheita, jotka vaihtelivat teknologisista teemoista: mittaustekniikka, prosessien tai laitteiden suorituskyky ja ylläpito talouteen liittyviin teemoihin: liiketoiminnan organisoituminen, verkottuneen liiketoiminnan strategiat sekä henkilöstön johtaminen muuttuvissa tilanteissa. Tutkimustoiminnan organisoitumista eri verkostoihin on tapahtunut ja tapahtumassa. Useita alueellisia ja kansallisia metsäteollisuuteen liittyviä verkostoja on jo olemassa, ja jatkossa automaatioon ja kunnossapitoon liittyvien aihepiirien vahvistaminen jo olemassa olevissa metsäklusteriin liittyvissä verkostoissa on tärkeää. Tämän lisäksi Kaakkois-Suomen alueellisten toimijoiden ja LTY:n liittyminen automaatioalan kansalliseen verkostoon on välttämätöntä.

Asiasanat: metsäklusteri, automaatio, diagnostiikka, kunnossapito



## ALKULAUSE

Suomalainen metsäteollisuus elää murroskautta. Kansainvälinen kilpailu kiristyy samalla kun energian ja raaka-aineen hinnat ovat noususuunnassa. Tarvitaan raaka-aine- ja energiatehokkaita tuotantoprosesseja sekä uusia kilpailukykyisiä tuotteita. Kansallisesti on tehty useita aloitteita metsäteollisuuden tutkimustoiminnan ja kilpailukyvyn lujittamiseksi. Merkittävimpiin toimenpiteisiin voidaan lukea Metsäklusteri Oy:n perustaminen. Yhdistämällä sopivasti eri toimijoiden osaamisia voidaan saavuttaa enemmän. Myös Lappeenrannan teknillinen yliopisto on osakkaana Metsäklusteri Oy:ssä.

Metsäteollisuuden tutkimusverkosto - hankkeessa selvitettiin tutkimustarpeita prosessi-analytiikan, prosessiautomaation ja kunnossapidon tarpeita ajatellen. Toimintamallien muutokset automaation ja kunnossapidon alueella asettavat haasteen tuotantolaitosten ylläpidon kannalta. Energiakustannusten nousun ja päästörajoitusten kautta on välttämätöntä etsiä menetelmiä, joilla prosessit pidetään parhaassa mahdollisessa kunnossa koko elinkaarensa ajan. Prosessien ymmärtäminen, automaatio sekä kunnossapitotoimet ovat tässä suhteessa avainasemassa.

Hankkeessa pyrittiin kartoittamaan laajasti metsäteollisuuden näkökulmaa. Rahoitusehtojen ja hankkeen pienen koon vuoksi alueelliseksi painopisteeksi asetettiin Kaakkois-Suomi. Kuitenkin asiantuntijoita haastateltiin myös laajemmin, joskaan ei kovin kattavasti. Haluan kiittää tutkimusryhmän puolesta kaikkia haastattelututkimukseen osallistuneita arvokkaista näkemyksistänne, joiden pohjalta oli mahdollista toteuttaa laajempi tutkimustarvekartoitus. Tärkeässä roolissa hankkeen kannalta oli myös johtoryhmä, jonka teollisuuden ja yritysten edustajat toivat vankan kokemuksensa kautta tärkeitä näkökulmia tutkimushaasteisiin ja hankkeen toteutukseen. Kiitos kuuluu myös heille.

Metsäteollisuuden tutkimusverkosto - hankkeen toivon pieneltä osaltaan vauhdittavan kehitystä, jossa metsäteollisuuteen liittyvää tutkimustoimintaa toteutetaan jatkossa verkostomallilla kansallisia voimavarojamme laadukkaan, monipuolisen tutkimuksen aikaansaamiseksi.

Lappeenrannassa 20.10.2007

Olli Pyrhönen  
Sovelletun säätötekniikan professori



# SISÄLLYSLUETTELO

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>3</b>
<b>ALKULAUSE</b> .....	<b>5</b>
<b>SISÄLLYSLUETTELO</b> .....	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 TUTKIMUKSEN KUVAUS</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Tausta</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 Tavoitteet</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Toteutus</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4 Organisointi</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 Käsitteet ja tarkastelun rajaus</b> .....	<b>15</b>
<b>3 METSÄKLUSTERIN TOIMIJAT ETELÄ-KARJALASSA JA KYMENLAAKSOSSA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 Tuotantolaitokset ja palveluyritykset</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2 Tutkimustoiminta</b> .....	<b>19</b>
3.2.1 Etelä-Karjala ja Kymenlaakso .....	19
3.2.2 Muu Suomi .....	21
3.2.3 Tutkimusverkostot .....	23
<b>3.3 Koulutus</b> .....	<b>25</b>
3.3.1 Kaakkois-Suomi.....	25
3.3.2 Muu Suomi .....	25
<b>4 KATSAUS METSÄTEOLLISUUDEN AUTOMAATION JA KUNNOSSAPIDON NYKYTILAAN JA KEHITYSSUUNTIIN</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1 Tiedon hallinta- ja siirtojärjestelmät</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2 Informaatiojärjestelmien integroituminen</b> .....	<b>29</b>
<b>4.3 Diagnostiikka ja kunnossapito</b> .....	<b>30</b>
<b>4.4 Tutkimus- ja teknologiaohjelmat</b> .....	<b>32</b>
<b>5 ASiantuntijahaastattelut</b> .....	<b>37</b>
<b>5.1 Tulevaisuuden haasteet/muutospaineet prosessien ja prosessilaitteiden AUTOMAATIOSSA JA KUNNOSSAPIDOSSA</b> .....	<b>37</b>
<b>5.2 Tutkimusteemat</b> .....	<b>41</b>
<b>5.3 Tutkimustoiminnan organisoituminen</b> .....	<b>42</b>
<b>6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	<b>45</b>
<b>LÄHDELUETTELO</b> .....	<b>49</b>
<b>LIITTEET</b> .....	<b>55</b>





## 1 JOHDANTO

Metsäteollisuus on parhaillaan murroksessa. Kilpailukyvyn säilyttäminen vaatii uusia innovaatioita ja tuotannon tehostamista. Maapalloistuvat markkinat edellyttävät joustavaa operointia, mikä taas vaatii hyvää prosessien dynaamista hallintaa ja keskeytymätöntä tuotantoa. Lisäksi energia- ja raaka-aineen hintapaineet edellyttävät entistä tehokkaampia prosesseja eli parempaa prosessin hallintaa ja ylläpitoa.

Automaation ja kunnossapidon liiketoimintamalli on parhaillaan muuttumassa. Perinteisesti tuotanto ja kunnossapito ovat toimineet toisistaan erillisinä osa-alueina, ja kunnossapidollinen optimointi on tapahtunut tuotannosta erillään. Nykyisin on siirrytty suunnittelemattomista häiriökorjauksista suunnitelmalliseen ennaltaehkäisevään kunnossapitoon. Tulevaisuudessa tuotannon ja kunnossapidon näkökulmat teollisuusprosessiin tulevat yhdentymään enemmän, ja niitä tuleekin tarkastella enemmän kokonaisuutena. Prosessi- ja laitediagnostiikka on osa automaatiota, mutta tulevaisuudessa myös osa liiketoimintaprosessien kehitystä.

Tavoiteltavia prosessin ominaisuuksia ovat mm. häiriöttömyys, koko laitoksen aikainen kustannustehokkuus, tuotannon optimointi, lajinvaihdon optimointi, säätöjen tehokkuus, lopputuotteen laatu ja energiatehokkuus. Tavoitteena tulee olla jatkuvatoiminen prosessidiagnostiikka, mikä tuo läpinäkyvyyttä prosessin ja laitteiden toimintaan. Tällainen elinkaarinäkökulma prosessidiagnostiikkaan avaa mahdollisuuksia tunnistaa eri toimintatiloille tyypillistä käyttäytymistä, havainnoida muutosilmiöiden dynamiikkaa, sekä mahdollistaa prosessin vahvuuksien ja heikkouksien identifioimisen ja tiedon lisääntymisen. Jotta tällaiseen diagnostiikkatasoon olisi mahdollista päästä, vaaditaan tehokkaita työkaluja prosessin jatkuvatoimiseen monitorointiin ja analysointiin.

Toisaalta kunnossapitotoimintoja ulkoistetaan ja syntyy uusia kunnossapitoyrityksiä. Tavoitteena on myös siirtyä korjaavasta ja ennaltaehkäisevästä kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon. Automaatio on keskeinen osa metsäteollisuuden prosessien toiminnassa. Automaatiota ei lasketa kuuluvaksi suoraan tuotantolaitosten ydinosamisen alaan, vaan automaatiojärjestelmien ja säätöpiirien ylläpito on enenevässä määrin siirtymässä laite- ja järjestelmätoimittajille. On synnytetty palveluliiketoimintaa. Teollisuuden kunnossapitosektori on parhaillaan voimakkaassa murroksessa. Kunnossapidon palveluliiketoimintamalli on muuttumassa ja muovautumassa uudelleen. Perinteisten kunnossapitopalveluita tarjoavien yritysten lisäksi, ulkoistamisen myötä, on syntynyt useita

pääosin tuotantolaitosten yhteydessä toimivia kunnossapitoyrityksiä, joiden osaomistajina toimivat usein metsäteollisuusyritykset.

Samaan aikaan, kun prosessien tehokkuusvaatimukset kasvavat, prosessien ylläpito vaikeutuu. Automaation menetelmät monimutkaistuvat ja automaatiotoimintoja ulkoistetaan. Prosessikokonaisuudet muodostuvat eri laitetoimittajien yksikköprosesseista ja useista erilaisista laitteista, joista jokaisella voi olla oma diagnostiikkatyökalunsa. Työkalujen määrä voi käyttäjän kannalta kasvaa liian suureksi, ja informaatio muodostua vaikeasti hyödynnettäväksi. Tämän seurauksena diagnostiikkatyökalujen systemaattinen käyttö voi jäädä vähäiseksi. Prosesseista kerätään valtava määrä dataa, jonka jalostaminen havainnolliseksi informaatioksi on vähintäänkin puutteellista, koska tiedon käsittelemiseksi ei ole tällä hetkellä käytössä riittävän tehokkaita työkaluja. Tavoitteena tulee olla, että kaikki diagnostiikkaan, kunnonvalvontaan ja suorituskykyyn liittyvä tieto löytyisi helposti yhdestä paikasta sekä se, että oleellinen tieto muokattu selkeäksi informaatioksi, jonka perusteella prosessin tilaa voidaan seurata.

Yhtenäisen diagnostiikkaratkaisun muodostamiseksi vaaditaan useiden eri alojen osaamista. Eri taustoista olevat ihmiset havainnoivat prosessia eri näkökulmasta. Kun prosessi- ja laitediagnostiikka sovelletaan yhteiselle tietopohjalle jatkuvatoimisena, tiedon jalostusarvo kasvaa, tietomassojen turha siirtely vähenee ja eri tahojen tekemä osittain päällekkäinen käsittely vähenee. Prosessinäkökulma ja –tuntemus on välttämättömyys toimivien ja luotettavien diagnostiikkaratkaisujen aikaansaamiseksi. Lisäksi tarvitaan luonnollisesti tietämystä prosessien säätötekniikasta ja –automaatiosta. Mittausaineisto voidaan muokata ymmärrettäväksi prosessin tilaa kuvaavaksi informaatioksi prosessianalytiikan ja teollisuusmatematiikan avulla. Jotta eri alojen osaaminen tuottaisi toimivia ratkaisuja prosessidiagnostiikkaan, tarvitaan vuoropuhelua ja kiinteää yhteistyötä yliopistojen, tutkimuslaitosten sekä metsäteollisuuden toimijoiden kanssa. Toimivan yhteistyön ylläpitämiseksi tarvitaan aktiivinen verkosto, joka mahdollistaa aktiivisen vuoropuhelun ja konkreettisten tutkimus- ja opetushankkeiden toteuttamisen.

Lappeenrannan teknillisen yliopiston yhtenä strategisena painopistealueena on metsäklusteriin painottuva tutkimus- ja opetustoiminta. Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla on eri osastoilla metsäteollisuuden alueen osaamista. Prosessianalytiikan, kuitutekniikan ja prosessisuunnittelun tutkimus on painottunut kemiantekniikan osastolle. Vastaavasti säätö- ja

automaatiotekniikan sekä kunnossapidon tutkimusta tehdään intensiivisesti sähkötekniikan osastolla.

Etelä-Karjalassa on tunnetusti alueellisesti hyvät mahdollisuudet yhteistyöhön tutkimuslaitosten ja metsäklusterin toimijoiden välillä. Alueella toimii useita merkittäviä metsäteollisuuden tuotanto- ja tutkimuslaitoksia. UPM on keskittänyt suurimman osan tutkimustoiminnastaan Lappeenrantaan ja Lappeenrannassa sijaitsee yksi konsernin suurimmista tuotantolaitoksista, Kaukaan tehtaas. Stora Ensolla on tutkimuskeskus Imatralla ja Imatran tehtaas kuuluvat konsernin merkittävimpiin tuotantolaitoksiin. Lisäksi Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa on useita metsäteollisuuden laitetoimittajia mm. Andritz ja ABB Pulp and Paper. Yliopistolla on jo paljon yhteistyötä metsäteollisuuden toimijoiden kanssa, mutta varsinainen yhteistyöverkosto prosessiautomaation alueella on toistaiseksi puuttunut, vaikka nimenomaan automaation tehostaminen on eräs oleellisimmista tekijöistä metsäteollisuuden toiminnan tehostamisessa ja kilpailukyvyn ylläpitämisessä.

Toimivan tutkimusyhteistyön käynnistäminen eri toimijoiden välillä vaatii huolellista eri osapuolten valmiuksien ja tarpeiden kartoittamista sekä raamien asettamista yhteistyölle. LTY:n osapuolten ja muiden metsäteollisuuden alan toimijoiden kesken tulee käydä keskusteluja siitä, missä muodossa yhteistyö tuottaisi parhaiten eri osapuolia hyödyttäviä tuloksia. Lisäksi on kartoitettava potentiaaliset rahoitusmahdollisuudet ja olemassa olevat resurssit LTY:ssa ja yhteistyöorganisaatioissa.



## **2 TUTKIMUKSEN KUVAUS**

### **2.1 Tausta**

Tämä selvitys on osa Etelä-Suomen lääninhallituksen, ESR:n (Euroopan sosiaalirahasto) ja Lappeenrannan kaupungin rahoittamaa ”Metsäklusterin tutkimusverkosto”-hanketta, joka toteutettiin 1.10.2006-31.10.2007 välisenä aikana Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla. Hankkeessa tehtiin selvitys metsäklusterin tutkimustoiminnasta ja tutkimustarpeista rajattuna prosessianalytiikan, automaation ja käynnissäpidon alueille. LTY:n yhtenä vahvana strategisena painopistealueena on metsäklusteri ja sen sisällä yhtenä osa-alueena on kunnossapito ja omaisuuden hallinta. Metsäklusterin tutkimusverkosto-hanke liittyy keskeisenä osana edellä mainittujen painopistealueiden selvitystyöhön LTY:ssä.

### **2.2 Tavoitteet**

Hankkeen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva prosessianalytiikan, automaation ja käynnissäpidon tilasta ja kehitystarpeista metsäklusterissa Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa. Tärkeänä motivaattorina selvityksen tekemiselle oli laajan lisätiedon hankinta tutkimushankevalmistelun tueksi sekä yhteistyömahdollisuuksien selvittäminen. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan eri asiantuntijoiden näkemys tulevaisuuden haasteista ja relevanteista tutkimusaiheista metsäklusterin prosessiautomaation ja käynnissäpidon alueilla. Projektissa tehtiin selvitys prosessianalytiikan ja -säädön sekä kunnonvalvonnan tutkimuksellisista ja opetuksellisista tarpeista metsäklusterissa, sekä ehdotus alueellisen yhteistyöverkoston vahvistamiseksi ja valtakunnalliseen verkostoon kytkeytymiseksi.

### **2.3 Toteutus**

Selvitykseen kuuluivat kirjallisuus- ja internethaut sekä haastattelututkimus. Internet- ja kirjallisuushauissa hyödynnettiin mm. yritysten ja toimijoiden kotisivuja, erilaisten tutkimushankkeiden raportteja, konferenssien ja seminaarien materiaaleja. Haastattelututkimuksessa haastateltiin 48 henkilöä, jotka on lueteltu tämän raportin liitteessä. Haastateltaviin kuului metsäklusterissa toimivia automaatiosta, kunnossapidosta ja tuotannosta vastaavia henkilöitä sekä alan tutkimuksesta vastaavia asiantuntijoita. Haastateltavat olivat pääsääntöisesti Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson alueelta, mutta asiantuntijoita myös muualta Suomesta haastateltiin kattavamman näkemyksen aikaansaamiseksi. Tässä yhteydessä todettakoon, että täysin kattavaa asiantuntijahaastattelujen määrää ei tässä hankkeessa voitu saada, ja keskeisiä asiantuntijoita

jäi haastattelututkimuksen ulkopuolelle. Haastattelututkimus toteutettiin vapaamuotoisena keskusteluna käyttäen apuna ”tukisanalista”, joka on esitetty tämän liitteessä 1. Haastateltavia oli yhteensä 48 henkilöä seuraavista yrityksistä: Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj, Andritz Oy, Metso Oyj, Honeywell Oy, Fortek Oy, Botnia Mill Service Oy, ABB Service Oy, Vipetec Oy, Savcor Oy, TKK, TTY, EKAMK, KyAMK ja Kaakkois-Suomen TE-keskus. Haastatteluihin osallistuneet henkilöt on lueteltu liitteessä 2. Lisäksi alan aihepiirien kartoittamiseksi ja verkostojen luomiseksi hankkeen projektiryhmä osallistui projektin aikana järjestettyihin seminaareihin ja konferensseihin.

Tutkimuksessa selvitettiin metsäklusterin prosessianalytiikan, -automaation sekä käynnissäpidon tutkimushankkeiden aihepiirit ja alan toimijat Suomessa. Lisäksi kartoitettiin tämän hetkinen tilanne Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson oppilaitosten: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu opetus- ja tutkimustoiminnan osalta prosessianalytiikan, automaation ja kunnossapidon aloilla. Haastattelututkimuksessa kartoitettiin myös haastateltavien näkemyksiä tulevaisuuden haasteista ja tutkimustarpeista prosessianalytiikan, automaation ja käynnissäpidon alalla metsäklusterissa. Tämän lisäksi selvitettiin näkemyksiä tutkimustoiminnan organisoimisesta tällä hetkellä sekä näkemyksiä tarpeista tutkimustoiminnan verkottumiseksi Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa.

Hankkeen loppuseminaari pidettiin 27.9.2007 Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla. Loppuseminaarissa esiteltiin hankkeen tulokset sekä kuultiin eri tahojen esityksiä prosessianalytiikkaan, -automaatioon ja käynnissäpitoon liittyen. Seminaariohjelma on esitetty liitteessä 3.

Hankkeen tulokset on raportoitu kahdessa osassa. Tämä raportti sisältää selvityksen prosessianalytiikan ja -automaation tutkimustoiminnasta metsäklusterissa sekä haastattelututkimuksen tulokset. Sähkökäyttöjen diagnostiikan tutkimustoiminta on raportoitu erillisessä dokumentissa.

## **2.4 Organisointi**

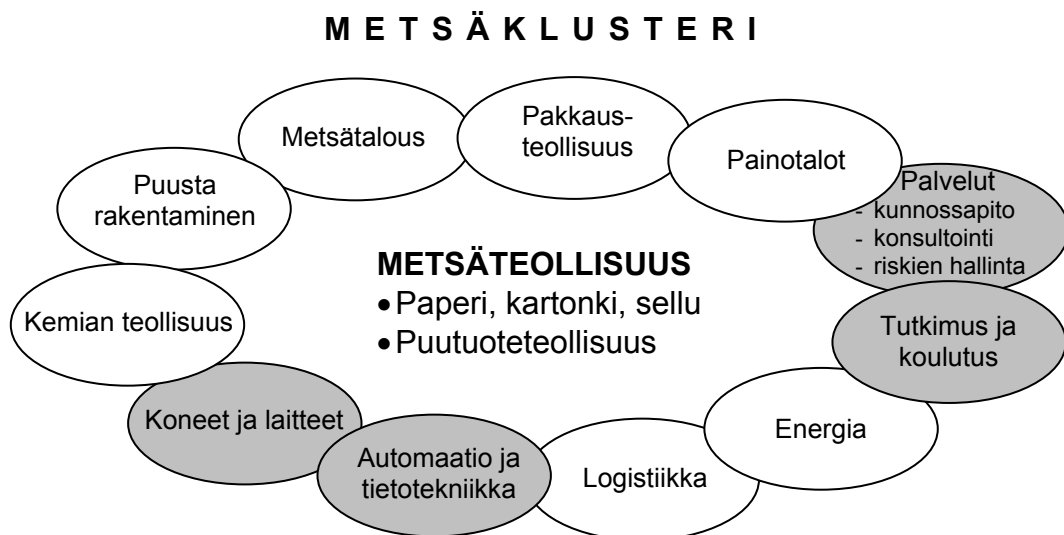
Projektiryhmään kuuluivat TkT Kati Pöllänen, DI Toni Pirhonen, TkT Riku Pöllänen, Prof. Jero Ahola, DI Risto Tiainen, DI Ville Särkimäki, DI Antti Kosonen, DI Tero Ahonen.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat:

- Hannu Sonni, Stora Enso Imatran tehtaat, ohjausryhmän puheenjohtaja
- Markku Ora, UPM-Kymmene Kaukaan tutkimuskeskus
- Jukka Toukonen, ABB Services
- Heikki Peltonen, Vipetec Oy
- Pirjo Jaakkola, EKAMK
- Ilkka Turunen LTY (kemianteekniikan osasto / tuote- ja prosessikehityksen laboratorio)
- Olli Pyrhönen LTY (sähkötekniikan osasto / säätö- ja digitaalitekniikan laboratorio)
- Jero Ahola LTY (sähkötekniikan osasto / säätö- ja digitaalitekniikan laboratorio)

## 2.5 Käsitteet ja tarkastelun rajaus

Suomessa metsäklusteriin luetaan metsätalouden harjoittajat, massa-, paperi- ja kartonkiteollisuus, puutuoteteollisuus, näiden tarvitsemien koneiden, laitteiden, automaation ja kemikaalien valmistajat, pakkausteollisuus, graafinen teollisuus, energiaa tuottavat yritykset, logistiikka-, kunnossapito-, suunnittelu- ja konsulttiyritykset sekä alan tutkimuslaitokset ja yliopistot. Metsäklusterin ydin on metsäteollisuus. Tässä selvityksessä tarkastelu on rajoitettu vain kemialliseen metsäteollisuuteen, sen prosesseihin liittyvään analytiikkaan, automaatioon ja kunnossapitoon sekä näihin liittyvään tutkimukseen ja koulutukseen. Nämä metsäklusterin osa-alueet on esitetty tummennettuina kuvassa 2.1.



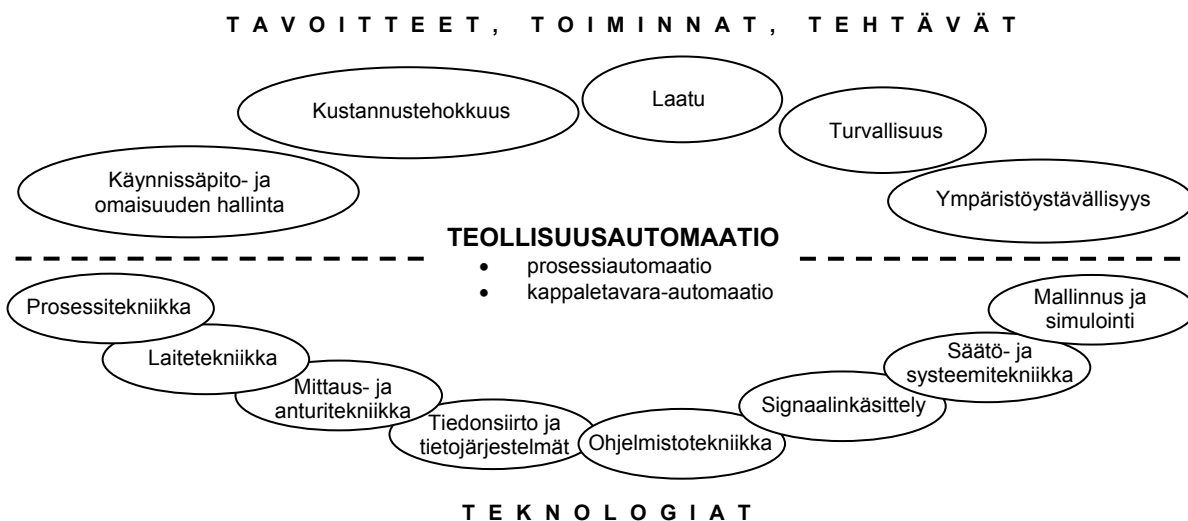
Kuva 2.1 Metsäklusteri. Metsäklusterin tutkimusverkosto-hankeessa tarkastellut osa-alueet on esitetty kuvassa tummennettuina.

Automaatiolla on alun perin tarkoitettu teollisuuden tuotantoprosessien ohjaamisen automatisointia. Automaation merkityskenttä on kuitenkin viime vuosikymmeninä laajentunut merkittävästi perinteisestä prosessiteollisuuden prosessi- ja kappaletavara-automaatiosta

erilaisten teollisuutta sivuavien alojen kuten rakennus-, työkone- ja liikenneautomaatio kautta myös ihmiskeskeisiin sovelluksiin kuten taloautomaatioon ja kulutuselektroniikkaan. Tässä selvityksessä keskitytään kuitenkin teollisuusautomaatioon, jonka katsotaan muodostuvan kuvassa 2.2 esitetyistä tekniikoista ja osa-alueista ja termillä automaatio viitataan aina teollisuusautomaatioon eli automaatioon, joka liittyy teolliseen tuotantoon.

Automaatio on monista tekniikoista ja osa-alueista muodostunut kokonaisuus, jossa tarvitaan poikkitieteellistä osaamista niin tieto-, ohjelmisto-, mittaus-, systeemi- ja säätötekniikasta kuin itse automaatiolla hallittavasta kohteesta eli prosessista ja sen laitetekniikasta. Automaatiota voidaan tarkastella useasta eri näkökulmasta. Erääksi näkökannaksi automaatioon voidaan valita teknologinen lähestymistapa, jolloin esiin nousevat fundamentit joiden varaan automaatio rakentuu. Fundamenteille ja niihin liittyvälle osaamiselle olennaista on, että niitä voidaan soveltaa hyvin samanlaisena eri kohteissa. Esimerkiksi ohjelmoitavat logiikat ja kenttäväylätekniikka, joita molempia löytyy sekä prosessi- että kappaletavarateollisuuden sovelluksista.

Toinen tässä valittu lähestymistapa automaatioon on toiminnallinen ja tavoitteellinen. Tällöin tarkastelunäkökulmaksi automaatioon on otettu sen tehtävät. Automaation perustehtävänä on taata tuotantolaitteiden mahdollisimman korkea käytettävyys ja lopputuotteen korkea laatu kustannustehokkaasti, energiaa ja raaka-aineita säästämällä, ympäristöä vahingoittamatta ja työturvallisuus varmistamalla. Tämän lisäksi nykyaikaisen automaation tehtävänä on tarjota prosessin käyttäjille ja ylläpitäjille, liikkeenjohdolle ja yhteistyökumppaneille tietoa päätöksenteon tueksi.



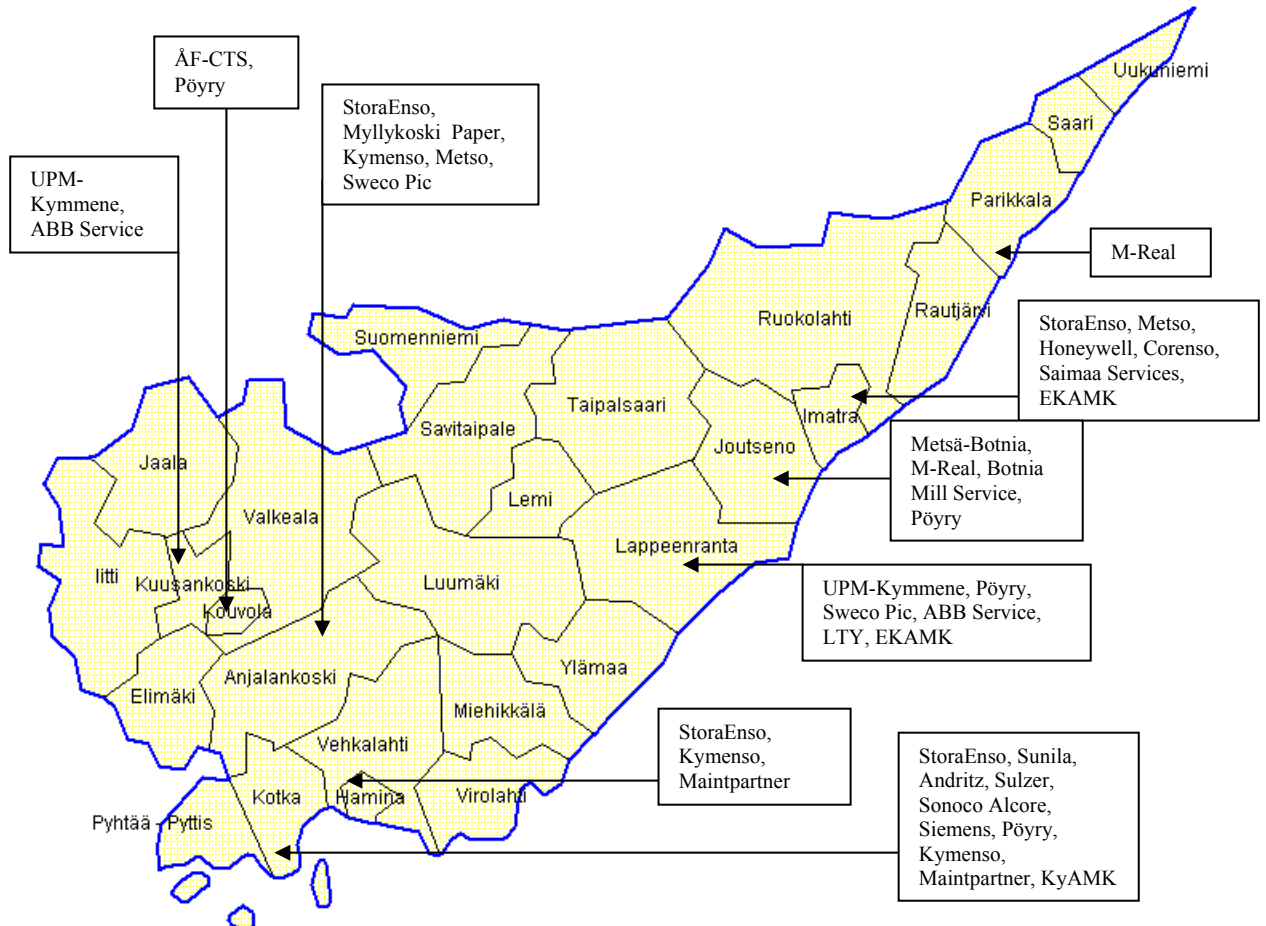
Kuva 2.2 Automaation osa-alueita kahdesta eri näkökulmasta tarkasteltuna.



### 3 METSÄKLUSTERIN TOIMIJAT ETELÄ-KARJALASSA JA KYMENLAAKSOSSA

#### 3.1 Tuotantolaitokset ja palveluyritykset

Kaakkois-Suomi on tiivis metsäteollisuuskeskittymä. Kuvassa 3.1 on esitetty Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa sijaitsevat metsäklusterin toimijat.



Kuva 3.1 Kaakkois-Suomen alueen metsäklusteritoimijat ja alan opetusta antavat oppilaitokset.

Metsäteollisuuslaitoksia Kaakkois-Suomessa on StoraEnsolla, UPM-Kymmenellä, Metsä-Botnialla, Myllykoski Paperilla ja M-Realilla. Suurimmat metsäteollisuuden automaatiotoimittajat sekä prosessilaitteiden ja -linjojen toimittajat sekä näiden tärkeimmät toimialueet on esitetty Taulukossa I.

Taulukko I. Metsäteollisuuden automaatio-, järjestelmä- ja prosessilinjatoimittajat sekä näiden toimialueet.

<b>Yritys</b>	<b>Keskeisimmät toimialueet</b>
ABB	Automaatiojärjestelmät, kokonaistoimitukset, laadunhallintajärjestelmät, linjakäyttöjärjestelmät, kemikaalilaitteet ja -järjestelmät, paperikoneen kunnonvalvontajärjestelmät, sellutehtaan prosessinohjausjärjestelmät, sähköistysjärjestelmät, tehdastietojärjestelmät ja vianilmaisinjärjestelmät
Honeywell (Imatra)	Tuotannon- ja laadunhallintajärjestelmät, DCS-järjestelmät, kemiallinen massankäsittelyn järjestelmät, mekaanisen massankäsittelyn järjestelmät, kierrätyskuidun käsittelyn järjestelmät, energiajärjestelmät, massan mittausjärjestelmät, paperinvalmistuksen toimilaitteet, paperinvalmistuksen mittausjärjestelmät, paperinvalmistuksen prosessijärjestelmät
Metso Automation (Anjalankoski, Imatra)	Prosessien mittaus-, säätö- ja optimointijärjestelmät kuitulinjaan, kuiduntalteenottoon, mekaanisen massan valmistukseen, kierrätyskuidun valmistukseen, massan valmistukseen ja paperi-, kartonki- ja pehmopaperinlinjoille
Metso Paper (Anjalankoski, Kotka)	Puunkäsittely, kuitulinja, mekaanisen massan linja, kierrätyskuidun linja, sellun kuivaus, raaka-aine linja, paperin-, kartongin- ja pehmopaperin valmistus
Sulzer (Kotka)	Sentrifugipumput ja huolto/palvelut, erotuskolonnat ja staattiset mikserit, materiaalit ja pinnoitteet, spray- ja ohuifilmipäällysteet sekä pyörievien lämpöjärjestelmien huolto/palvelut
Andritz (Kotka)	Puunkäsittely, kuitulinja, kuidun talteenottolinja, kemikaalien valmistuslinja, mekaanisen massan linja, massan valmistus, sellu- ja paperikoneet, puristus- ja kalanterointitekniikat
Siemens (Karhula)	ERP- ja MES-järjestelmät, tuotannon optimointijärjestelmät, kenttä- ja valvontapöytäinstrumentointi, prosessianalytiikka, prosessin visualisointi, prosessin hallintajärjestelmät, tietoliikennejärjestelmät, halautetut I/O-järjestelmät, punnitusjärjestelmät, voimansiirto, energia, kuljetusautomaatio

Taulukossa II on esitetty automaatio-, säätö-, ja prosessilinjasuunnittelua sekä konsultointia tekevät yritykset, niiden keskeisimmät toimialueet. Kaakkois-Suomessa sijaitsevat toimipisteet on esitetty yrityksen nimen jälkeen suluissa. ABB:tä lukuun ottamatta automaatio-, järjestelmä- ja prosessilinjatoimittajilla on toimipisteet Kaakkois-Suomen alueella.

Taulukko II Metsäteollisuuden automaatio-, säätö- ja prosessilinjasuunnittelua tekevät yritykset, ja näiden toimialueet.

<b>Yritys</b>	<b>Keskeisimmät toimialueet</b>
ÄF-CTS (Kouvola)	Elektroniikkasuunnittelu ja automaatio, kemikaalien käsittely ja ympäristö, materiaalitekniikka, teollisuus IT ja sähköenergia.
Jaakko Pöyry Group (Joutseno, Kotka, Kouvola, Lappeenranta)	Liikkeenjohdon konsultointi, uusinvestoinnit, uusintahankkeet ja paikallispalvelut sekä kemianteollisuus
SwecoPic (Anjalankoski, Lappeenranta)	Prosessikonsultointi, tutkimukset, liikkeenjohdon konsultointi, esi- ja perussuunnittelu, yksityiskohtainen suunnittelu, uusinnat ja parannukset, huollon suunnittelu ja koulutus. Erikoisalueisiin: Paperin valmistus, saannon hallinta, lajinvaihdot, sijoittaminen uuteen paikkaan ja parannukset, prosessivesien hallinta, selluprosessit, prosessisimulointi sekä automaatio- ja informaatio-järjestelmät.
Metso Paper (Anjalankoski, Kotka)	Puunkäsittely, kuitulinja, mekaanisen massan linja, kierrätyskuidun linja, sellun kuivaus, raaka-aine linja, paperin-, kartongin- ja pehmopaperin valmistus

Taulukossa III on esitetty keskeiset metsäteollisuudelle palveluja tarjoavat kunnossapitoyritykset, näiden toiminta alueet. Kaakkois-Suomessa sijaitsevat toimipisteet on esitetty yrityksen nimen jälkeen suluissa.

Taulukko III Metsäteollisuuden kunnossapitoyritykset ja näiden toimialueet

<b>Yritys</b>	<b>Keskeisimmät toimialueet</b>
ABB Service Oy (Kuusankoski, Lappeenranta)	asiantuntijapalvelut, koulutus, päivityspalvelut, uusinnat, ympäristö- ja kierrätyspalvelut, korjaava kunnossapito, mittaava ja ennakoiva kunnossapito, tekninen tuki sekä varaosat.
Fortek Oy (ABB Service Oy omistaa 25 %)	vastaa paperi-, sellu-, saha-, kemian- ja voimateollisuuden kunnossapidosta ja engineering-toiminnoista Stora Enson tehdaspaikkakunnilla Kemissä, Kemijärvellä, Oulussa, Pankakoskella ja Uimaharjussa. Palvelualueita ovat mekaaninen käynnissäpito, sähkö-automaatio käynnissäpito, telahuolto- ja korjaamopalvelut, suunnittelu- ja projektointi-palvelut, kiinteistöpalvelut ja logistiikkapalvelut
Maintpartner (Hamina, Kotka)	kunnossapito-, käyttö- ja käynnissäpito-palvelut
YIT teollisuus ja verkkopalvelut OY	mekaanisen kunnossapidon lisäksi automaatioon ja sähköön liittyvät asennukset ja kunnossapitopalvelut sekä erilaiset prosessien modernisointiprojektit
Botnia Mill Service Metsä-Botnian ja YIT	Toiminta-alueena Metsä-Botnian tehtaat ja tehtävinä kunnossapito- ja asennuspalvelut sekä projektointi- ja suunnittelupalvelut lähtien yksittäisistä työtilauksista aina kokonaisvastuullisiin tehdaspalvelusopimuksiin
Kymenso Oy	Kymenlaakson Stora Enson tehtaiden tehdaspalvelut
Saimaa Service Oy	Stora Enson Tainionkosken ja Kaukopään tehtaiden tehdaspalvelut

Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson alueelle on perustettu useita kunnossapitoverkostoja kunnossapitotoiminnan organisoimiseksi [1]. Näistä esimerkkeinä mainittakoon vuonna 1996 perustettu Eky-verkko, joka on erityisesti mekaaniseen kunnossapitoon keskittynyt sopimustoimittaja-verkko, jossa on mukana kaikki puunjalostusteollisuuden yksiköt Simpeleeltä Lappeenrantaan (M-Real, StoraEnso, Metsä-Botnia ja UPM-Kymmene tehtaat) ja heitä palvelevat 14 maakunnassa toimivaa konepajaa. M-verkko on Myllykoski Paper Oy:n perustama verkosto, joka on niin ikään perustettu 1990-luvun loppupuolella. M-verkkoon kuuluu 40 palveluyritystä. [1]

### 3.2 Tutkimustoiminta

#### 3.2.1 Etelä-Karjala ja Kymenlaakso

##### *Teollisuuden tutkimuslaitokset*

Metsäteollisuusyrityksistä sekä UPM että Stora Enso ovat keskittäneet tutkimustoimintaansa Kaakkois-Suomen alueelle. UPM:n tutkimuskeskus sijaitsee Lappeenrannassa ja Stora Enson tutkimuskeskus Imatralla. Tutkimustoiminta tutkimuskeskuksissa on keskittynyt kyseisten konsernien ydinosamisaalueisiin kuten tuotantoprosessien ja tuotteen laatuun. Lisäksi

ympäristötekniikan tutkimusta tehdään näissä tutkimuslaitoksissa. Prosessianalytiikan ja -automaation tutkimusta tehdään liittyen mittausanalytiikan kehittämiseen kummassakin tutkimusyksikössä.

#### *Lappeenrannan teknillinen yliopisto - LTY*

Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla tehdään laajasti metsäklusteriin liittyvää tutkimusta kaikissa kolmessa tiedekunnassa. Perinteiseen kemialliseen metsäteollisuuteen liittyvää tutkimusta tekevät Paperitekniikan laboratorio, kuitutekniikan laboratorio ja osaamiskeskus. tämän lisäksi LTY on juuri saanut UPM:n lahjoittaman Paperitekniikan professuurin. Varsinaiseen metsäklusterin prosessianalytiikkaan, -automaatioon ja kunnossapitoon liittyvää tutkimustoimintaa tehdään useissa laboratorioissa LTY:ssä.

Tietotekniikan osastolla on vahva Konenäön ja hahmontunnistuksen tutkimusryhmä. Tutkimusryhmän fokus on konenäkömenetelmien perus- ja soveltavassa tutkimuksessa liittyen painettavuuteen ja painolaatuun vaikuttaviin tekijöihin sekä paperilaboratoriomittaus-ten kehittäminen ja automatisointi ja optisten prosessimittaus-ten kehittäminen. Tutkimusryhmällä on ollut ja on parhaillaan käynnissä useita mittavia tutkimushankkeita yhteistyössä teollisuusyritysten kanssa [2]. Esimerkkejä tutkimushankkeista ovat: paperin ja kartongin painettavuusominaisuuksien mittaamiseen konenäöllä liittyvä Tekes/EAKR rahoitteinen PAPVISION-hanke ja painojäljen laadun mittaamiseen liittyvä TEKES/Yritys rahoitteinen DIGIQ-hanke.

Kemiantekniikan osastolla on pitkä perinne prosessianalytiikan kansainvälisesti merkittävästä tutkimuksesta. Tutkimusryhmän keskeiset osaamisalueet ovat näytteenotto sekä mittausaineiston käsittely ja kemometria. Näihin alueisiin liittyen tehdään jatkuvasti yhteistyötä metsäteollisuusyritysten kanssa. Esimerkkinä mainittakoon parhaillaan käynnissä oleva TEKES/yritysrahoitteinen CHESS-hanke, jossa kehitetään matemaattisia menetelmiä prosessien ja ympäristön monitorointiin. Hankkeessa on mukana yrityksiä eri teollisuuden aloilta, myös metsäteollisuudesta. Laboratoriolla on jatkuvasti yhteistyötä metsäteollisuuden toimijoiden kanssa mm. näytteenottoon ja on-line mittauksiin liittyen. Laboratorio on tuottanut useita metsäteollisuuden prosessianalytiikkaan liittyviä opinnäytetöitä: diplomitöitä ja väitöskirjoja sekä on tuottanut ja tuottaa tieteellisiä akateemisia julkaisuja aihepiiristä. LTY:n Matematiikan ja Fysiikan laitoksella on vahvaa tieteellisen laskennan tutkimusta, ja yksikkö on saanut Suomen Akatemian huippuyksikköstatuksen.

Sähkötekniikan osastolla säätö- ja digitaalitekniikan laboratoriossa yksi keskeinen tutkimusalue on sähkökäyttöjen ennakoiva kunnonvalvonta ja etädiagnostiikka. Tutkimuksen osa-alueita ovat mm. tiedonsiirto (sähköverkkotiedonsiirto ja langattomat menetelmät teollisuusympäristössä), kunnonvalvonta-anturit ja -algoritmit, diagnostiikkakonseptit sekä yleisimpien sähkökäyttöjen sovelluskohteiden, erityisesti pumppukäytöt, kunnonvalvonta. Tämän lisäksi säätö- ja digitaalitekniikan laboratoriossa tehdään vuosittain 2-3 automaatioaiheista diplomityötä kenttälaitetasoa ylempien järjestelmien kehityksestä ja diagnostiikasta, esimerkiksi teollisuusprosessin säätöpiirien suorituskyvyn arvioinnista.

Energiatekniikan osastolla on tehty prosessien analytiikkaan ja mallinnukseen liittyvää tutkimusta mm. PEHA hankkeessa. Kunnossapito on nimetty yhdeksi LTY:n keskeiseksi metsäosaamisen painopistealueeksi. Kunnossapidon osalta LTY:ssä on osaamista, mutta osaaminen on hajallaan eri osastoilla. Kunnossapitoa kokonaisuutena ollaan organisoimassa ja alueelle on tavoitteena hankkia lisäresursseja tulevaisuudessa. LTY:ssä kunnossapitoon liittyvää osaamista on erityisesti Energiatekniikan osastolla Voimalaitostekniikan laboratoriossa. Vuosittain tehdään opinnäytetöitä LTY:ssä prosessianalytiikkaa, -automaatiota ja kunnossapitoa sivuavista aiheista myös muissa laboratorioissa.

#### *Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu*

Perinteisesti tutkimustoiminta ammattikorkeakouluissa on ollut pääasiassa päättötöiden tekemistä ja jossain määrin henkilökunnan itsenäistä tutkimustyötä esim. jatko-opiskelujen yhteydessä. Ammattikorkeakouluihin on tullut kuitenkin tutkimusvelvoite vuoden 2007 alusta. Tästä syystä ammattikorkeakoulut ovat hakeutumassa aktiivisesti tutkimustoimintaan mukaan. Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulussa metsäklusteriin liittyen on käynnissä Paperitekniikan yksikössä Älykkäät materiaalit-hanke ja kuitututkimus-hanke. Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa on automaatiotekniikan yksikkö, jossa on tehty paperin laatusuureiden mittaukseen ja säätöön liittyvää tutkimusta.

#### 3.2.2 Muu Suomi

Tämän tutkimusalueen osalta on tärkeää tunnistaa merkittävät tämän alueen toimijat koko Suomen alueella, tuntea heidän osaamisensa ja löytää yhteistyömahdollisuuksia. Tosiasia on, että perinteikistä tämän alueen osaamista on useissa yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa, ja onkin syytä tarkastella sen olemassa olevan osaamisen valossa kaakkoisen Suomen mahdollista roolia tehtäväkentässä tulevaisuudessa. Käytännössä tarkastellaan siis sitä,

millaisella roolilla voidaan liittyä alan kansalliseen toimijaverkoston. Perinteisesti kunnossapidon ja automaation tutkimuksellinen osaaminen yliopistoissa ja korkeakouluissa on painottunut vahvasti TKK:uun, TTY:oon ja OY:oon. Tämän lisäksi metsäteollisuuteen liittyvästä tutkimuksesta puhuttaessa on huomioitava muut kansalliset tutkimusyksiköt; erityisesti KCL ja Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT.

KCL:n tutkimuksen painopisteet liittyvät prosessioptimointiin, bio- ja nanoteknologiaan tuotannon ja tuotteen kehityksessä, älykkäisiin tuotteisiin ja kestäväen kehityksen periaatteisiin sekä resurssien käytön optimointiin tuotannossa ja tuotekehityksessä. [3]

VTT on monialainen tutkimusorganisaatio, jossa tehdään laajasti metsäklusteriin liittyvää tutkimusta. Perinteisen metsäteollisuuden prosessien tutkimuksen lisäksi VTT:llä on merkittävää teollisuuden prosessianalytiikan, instrumentoinnin ja automaation tutkimustoimintaa. Tämän lisäksi VTT:n tutkimuspanos kunnossapitoon liittyvässä tutkimuksessa on ollut kansallisesti ja kansainvälisesti merkittävä. Tietoliikenne- ja tietotekniikan osalta VTT on osallistunut tiedonsiirtomenetelmien, alustojen käyttöönottoteknikoiden ja uudenlaisten upotettujen reaaliaikaisten järjestelmien kehittämiseen. Tiedonsiirtomenetelmissä erityisosaaminen liittyy radiorajapintojen, digitaalisen signaalinkäsittelyjen osaamiseen. Lisäksi VTT:llä tehdään antureiden ja instrumentointiin liittyvää tutkimusta (mm. langattomat ja optiset anturit). Kemian prosesseissa on mm. kemikaalikiertojen tutkimusta, mittaus- ja analysointitutkimusta, jotka voidaan linkittää toimialakenttään. Lisäksi VTT:llä on koneiden ja laitteiden kunnonvalvontaan ja diagnostiikkaan liittyvää perinteikästä tutkimusta kuin myös tuotannon kokonaishallintaan liittyvää kunnossapidon tutkimusta.

Tampereen teknillisellä yliopistolla (TTY) on Automaatiotekniikan osasto, jonka keskeisimmät tutkimusalueet ovat: automaatio- ja informaatioverkot, mikrosysteemitekniikka, oppivat järjestelmät, paperinvalmistuksen automaatio, prosessiautomaatio ja systeemitekniikka. TTY:n mittaus- ja informaatiotekniikan laitoksen tutkimuksen painopisteet ovat mittaustekniikan peruskysymyksissä, anturitekniikassa ja mittausinformaatiotekniikassa. Automaation ohjelmistotekniikan tutkimusalueet kattavat seuraavat osa-alueet: automaatio- ja informaatioverkot, mikrosysteemitekniikka, oppivat järjestelmät, paperinvalmistuksen automaatio, prosessiautomaatio ja systeemitekniikka.

Teknillisessä korkeakoulussa (TKK) automaatioon ja kunnossapitoon liittyvää tutkimusta tehdään automaatio- ja systeemitekniikan osastolla sekä kemiantekniikan osastolla prosessien

ohjauksen ja automaation laboratoriossa. Automaatio- ja systeemitekniikan osastoon kuuluvat: automaatiotekniikan laboratorio, automaation tietotekniikan laboratorio, systeemitekniikan laboratorio, viestintätekniikan laboratorio sekä älykkäiden koneiden ja erikoisrobotiikan tutkimusinstituutti. Automaatio- ja systeemitekniikan osaston tutkimuksen painopisteisiin kuuluvat erityisesti automaation ja viestinnän teknologiat ja järjestelmät. Lisäksi systeemitekniikan laboratorion tutkimustoiminta sisältää mm. prosessisäädön, sähkökoneiden vikadiagnostiikan ja säädön sekä langattoman tietoliikenteen systeemiongelmien tutkimuksen. Kemianteekniikan osaston prosessien ohjauksen ja automaation laboratoriossa tutkimustoiminta painottuu mm. prosessiteollisuuden ohjausjärjestelmiin, vikadiagnostiikkaan sekä prosessien ja prosessilaitteiden etäohjauksen

Oulun yliopistossa Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto vastaa automaation ja prosessisuunnittelun tutkimuksesta. Osastolla systeemitekniikan laboratorio on erityisesti perehtynyt paperi- ja selluteollisuuden automaatioon sekä voimalaitosautomaatioon. Sääntötekniikan laboratoriossa tutkimustoiminnan painotus liittyy älykkäiden menetelmien kuten sumean logiikan, neuroverkkojen ja geneettisten algoritmien menetelmäkehitykseen ja erityisesti niiden soveltamiseen paperiteollisuudessa. Teollisuusprosessien mallintaminen ja optimointi ovat myös laboratorion vahvoja alueita.

Vaasan yliopistossa tehdään automaation tietotekniikkaan sekä signaalien ja kuvankäsittelyyn liittyvää tutkimusta. Åbo Akademiassa tehdään prosessinohjaukseen liittyvää tutkimustoimintaa, joka painottuu tehtaan laajuisiin ohjausmenetelmiin, systeemien identifiointiin sekä optimoiiviin säätömenetelmiin.

### 3.2.3 Tutkimusverkostot

Toiminnan verkottuminen on viime vuosina ollut merkittävä ilmiö monilla toimialoilla. Metsäteollisuuteen liittyviä verkostoja ja osaamiskeskittyymiä on syntynyt ja parhaillaan syntymässä.

Erityisesti Kaakkois-Suomen alueella toimii Metsäteollisuusinstituutti (FII), jonka tavoitteena on edistää ja vahvistaa metsäklusterin toimintaa. FII on Lappeenrannan teknillisen yliopiston, Etelä-Karjalan ammattikorkeakouluna sekä Lappeenrannan ja Imatran kaupunkien muodostama yhteenliittymä. Instituutin toiminnassa keskeistä on ollut Metsäteollisuuteen liittyvien ajankohtaisten seminaarien ja yleisluentosarjojen tuottaminen ja siten osaamisen ja tietämyksen kasvattaminen. Lisäksi instituutin tavoitteisiin kuuluu alan tutkimuksen

lisääminen. Tämän lisäksi tavoitteena on koulutuksen edistäminen kansainvälisten maisteriohjelmien kehittämisen ja tohtorinkoulutukseen tähtäävien ohjelmien myötä.

Kaakkois-Suomen osaamiskeskus (KOSKE), jota hallinnoi Lappeenranta Innovation Oy kehittää alueemme teollisuuden ydinosaamista. KOSKE koordinoi kansallista ”Uudistuva Metsäteollisuus”-klusteriohjelmaa (Forest Industry Future, FIF). Ohjelman tavoitteena on edistää erityisesti uusia liiketoimintamahdollisuuksia metsäteollisuudessa sekä siihen liittyvissä muissa klusterin toimijoissa: kone- ja laitevalmistajat, metsäteollisuuden palveluntuottajat jne.) Ohjelmaan on linjattu neljä painopistealuetta: 1) Toiminnallinen pakkaaminen, 2) Kuitu, energia, elinkaari, 3) Puutuotetekniikka ja 4) Metsäkemia. [4]-[6] Näistä selkeimmin tässä selvityksessä tarkasteltava aihepiiri liittyy ”Kuitu, energia, elinkaari”-kokonaisuuteen, mutta automaation ja kunnossapidon teemat liittyvät myös ”Toiminnallinen pakkaaminen” -kokonaisuuteen. ”Kuitu, energia, elinkaari”- kokonaisuudessa prosessianalytiikan, automaation ja kunnossapidon teemat sekä mittaustekniikat ovat olleet jo mukana n. 3-4 v. ajan.

Metsäklusteri Oy on metsäklusterin yritysten, VTT:n, Metlan ja LTY:n, TKK:n, JY:n, ÅA:n perustama yritys, jonka tavoitteena on käynnistää ja resursoida strategisen huippuosaamisen keskittymän tutkimusohjelmia kanavoimalla ohjelmille tutkimusrahoitusta. [7]. Suomen metsäklusterin tutkimusstrategiassa [8] on linjattu kahdeksan painopistealuetta, jotka on esitetty kuvassa 3.2. Kuvan 3.2. painopisteistä erityisesti ”Älykkäät ja resursseja säästävät tuotantoteknologiat” liittyy tämän selvityksen aihepiiriin.



Kuva 3.2 Kansallisen metsästrategian painopistealueet [8].



### 3.3 Koulutus

#### 3.3.1 Kaakkois-Suomi

Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa, teknillisessä tiedekunnassa, kemiantekniikan osastolla koulutetaan opiskelijoita paperi- ja sellutekniikassa. Teollisuusautomaatioon liittyvää koulutusta annetaan Sähkötekniikan osastolla teollisuuselektronikan pääaineessa. Kunnossapitoon liittyvää koulutusta perusopiskelijoille tarjotaan Energiatekniikan osastolla Voimalaitostekniikan syventymiskohteessa. Aihepiiriin liittyvää tieteellisen laskennan opetusta tarjoaa Matematiikan ja fysiikan laitos. Lisäksi Konenäköön liittyvää koulutusta annetaan Teknistaloudellisessa tiedekunnassa Tietotekniikan osastolla. Kunnossapitoon liittyvää koulutusta annetaan täydennyskoulutuksena Koulutus- ja kehittämiskeskuksen organisoimassa kunnossapitoakatemiassa.

Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulussa koulutetaan paperitekniikan insinöörejä. Tämän lisäksi Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulussa on ollut Sähkötekniikan koulutusohjelma, joka on sisältänyt automaatiotekniikan opetusta. Sähkötekniikan koulutusohjelmaa ollaan lopettamassa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa annetaan automaatioalan koulutusta aikuiskoulutuksena Prosessiteollisuuden automaatiotekniikan kokonaisuudessa.

#### 3.3.2 Muu Suomi

Taulukkoon IV on koottu ne suomalaiset yliopistot ja ammattikorkeakoulut, joissa on paperi- ja sellutekniikan sekä automaation ja kunnossapidon koulutusta.

Taulukko IV Suomalaiset yliopistot ja ammattikorkeakoulut, joissa annetaan paperi- ja sellutekniikan sekä automaation ja kunnossapidon koulutusta.

<b>Oppilaitos</b>	<b>Paperi- sellutekniikka</b>	<b>ja</b>	<b>Automaatiotekniikka</b>	<b>Kunnossapito</b>
Lappeenrannan teknillinen yliopisto	paperitekniikka, sellutekniikka		säätötekniikka, teollisuusautomaatio	voimalaitostekniikan kunnossapito ja teollisuuselektroniikka, kunnossapitoakatemia
Teknillinen korkeakoulu	puunjalostuksen kemia, sellutekniikka, paperi- ja painatustekniikka		prosessiautomaatio, säätötekniikka, systeemiteoria ja algoritmien kehitys	x
Tampereen teknillinen yliopisto	paperin jatkojalostus		prosessiautomaatio, systeemitekniikka, paperinvalmistuksen automaatio, mittaus- ja informaatiotekniikka	konetekniikka, koneensuunnittelu, käyttövarmuus ja kunnossapitotekniikka
Oulun yliopisto			prosessitekniikka, prosessiautomaatio, säätötekniikka	
Vaasan yliopisto			optimointisovellukset, automaation tietotekniikka, signaalin- ja kuvankäsittely	
Åbo akademi	kuitu- ja sellutekniikka, paperin päällystys ja jalostus, puu ja paperikemia			
Etelä-Karjalan AMK	kuidutus- ja paperinvalmistustekniikka, prosessi- ja paperiteollisuuden suunnittelu			kone- ja tuotantotekniikan kunnossapito
Jyväskylän AMK	paperikonesuunnittelu, tehdassuunnittelu		paperikoneautomaatio	paperikoneteknologia, kunnossapito
Kymenlaakson AMK			prosessiteollisuuden automaatiotekniikka (aik. koulutus)	tuotantotekniikka
Espoon-Vantaan teknillinen AMK			prosessiautomaatio, automaation informaatiotekniikka	
Helsingin AMK Stadia			elektroniikan suunnittelu, sulautetut järjestelmät, elektroniset mittaukset	
Hämeen AMK			automaatiosuunnittelu	palveluliiketoiminta ja kunnossapito
Kemi-Tornion AMK			mittaus- ja testaustekniikka, prosessiautomaatio	kone- ja tuotantotekniikka, kunnossapito
Keski-Pohjanmaan AMK	paperi- ja sellutekniikka		kenttäväylät, hajautettu älykkyys	
Oulun seudun AMK			mittaus- ja säätötekniikka	
Satakunnan AMK			automaatiotekniikka	koneiden ja laitteiden kunnossapito
Savonia AMK	paperitekniikka		automaatiotekniikka	
Tampereen AMK	International pulp and paper technology		säätö- ja mittausmekaniikka, automaatiosuunnittelu	
Vaasan AMK			teollisuusprosessien automatisointi, säätö ja mittausmenetelmät	
Kajaanin AMK				kone- ja tuotantotekniikka, kunnossapito

## **4 KATSAUS METSÄTEOLLISUUDEN AUTOMAATION JA KUNNOSSAPIDON NYKYTILAAN JA KEHITYSSUUNTIIN**

Automaatioala on keskeinen teollisen tuotannon tarvitsema tukitoimiala. Suomen asema monilla prosessiautomaation eri sektoreilla on ollut vuosikymmeniä vahva ja prosessiautomaation välillinen merkitys suomalaisen prosessiteollisuuden tuotannolle on ollut korvaamaton. Suomelle keskeisten teollisuudenalojen, metsä-, metalli- ja energiateollisuuden kansainvälinen kilpailukyky perustuu pitkälti suorituskykyisiin prosessiautomaatiojärjestelmiin, joissa meillä on edelleen laajaa kehitys- ja valmistustoimintaa. Myös kappaletavara-automaation rooli on viimeisten 10 vuoden aikana vahvistunut matkapuhelin- ja muun elektroniikkatuotannon kasvaessa.

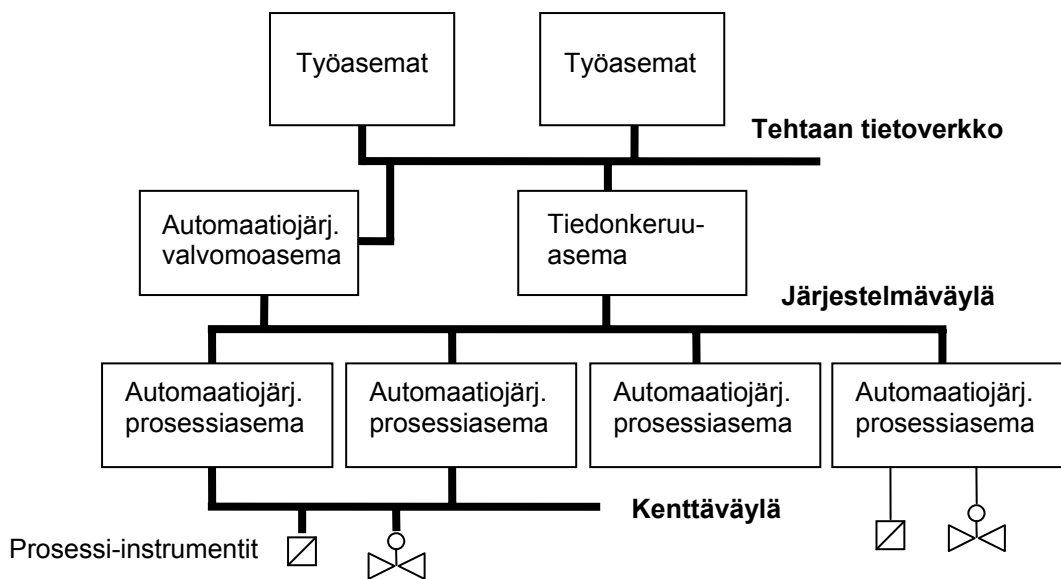
Automaation kehityksen tunnuspiirteitä 1990-luvulta lähtien ovat olleet 1) automaatiojärjestelmän integroituminen tehtaan muihin tietojärjestelmiin ja edelleen internetin kautta tehtaan ulkopuolelle, 2) tiedonsiirron yhä keskeisempi merkitys moderneissa tuotantojärjestelmissä, 3) muilla alueilla kehitettyjen tietotekniikkaratkaisuiden (esim. Ethernet, internet-protokollat, langaton tiedonsiirto, PC-laitteistot) soveltaminen teollisuuden ohjausjärjestelmiin ja 4) automaatio- ja tietojärjestelmistä saatavan tiedon tehokkaampi hyödyntäminen tuottavuuden ja kilpailukyvyn parantamisessa. Tämä kehitys on ollut edellytyksenä paitsi yksittäisten prosessilaitteiden ja osaprosessien kunnonvalvonnalle, niin erityisesti se on mahdollistanut laajojen prosessikokonaisuuksien suorituskykyseuranta- ja diagnostiikkajärjestelmien toteuttamisen. Kunnonvalvonta-, diagnostiikka- ja suorituskykyseurantaratkaisut puolestaan tukevat käytön ja kunnossapidon yhteistoimintaa (Operation & Maintenance – O&M) ja siirtymistä ennakoivaan kunnossapitoon.

### **4.1 Tiedon hallinta- ja siirtojärjestelmät**

Prosessin hallintajärjestelmiin kerätään runsaasti eri väylien kautta erityyppistä dataa (prosessimittaukset, tapahtumat, hälytykset ja diagnostiikkatiedot). Tehtaan automaatio-, laatu- ja kunnossapitojärjestelmät ovat yleensä toisistaan erillisiä tietojärjestelmiä. Järjestelmät kytkeytyvät toisiinsa erilaisten liityntärajapintojen kuten OPC:n kautta ja niillä on usein monia alajärjestelmiä. Tietoa joudutaan näin ollen hakemaan usein monesta paikasta ja monien järjestelmien kautta, mikä hankaloittaa niin itse tiedon siirtoa kuin sen käsittelyäkin. [9], [10]-[13]

Kenttäväylien myötä automaation tiedonsiirrossa on siirrytty analogisesta järjestelmästä digitaaliseen järjestelmään. Tiedonsiirron tasot voidaan jakaa kuvan 4.1 mukaisesti kolmeen osaan: kenttäväylään, järjestelmäväylään ja tehtaan tietoverkkoon. Tehtaan tietoverkko palvelee perinteisiä liiketoiminnan tukijärjestelmiä kuten hallinnollisia toimintoja ja henkilöstöhallinnon, hankintatoimen ja tuotannosuunnittelun sovelluksia. Tiedonsiirtoon tehtaan tietoverkossa on käytetty jo vuosia Ethernet- ja TCP/IP-tekniikkaa.

Järjestelmäväylä yhdistää säätö- ja valvontalaitteita kuten ohjelmoitavia logiikoita, automaatiojärjestelmän prosessiasemia, prosessiliityntäkehikoita ja käyttöliittymiä. Tehtaan tietoverkko ja järjestelmäväylä on yhdistetty toisiinsa reitittimen tai erityisen liityntäyksikön avulla. [15],[16] Kenttäväylä on täysdigitaalinen, kaksisuuntainen sarjamuotoinen tiedonsiirtokanava, jossa tieto siirtyy prosessiin liittyvien ja niitä ohjaavien kenttälaitteiden välillä. Tiedonsiirto järjestelmäväylään on toteutettu laitekytkentöjen kuten Profibus DP, DeviceNet ja Modbus avulla. Alalla on paljon standardeja, kuten myös eri teknologiasukupolvien laitteita, mikä monimutkaistaa tiedon siirtoa ja laitteiden kytkeytymistä toisiinsa. [17],[18]



Kuva 4.1 Tehtaan tiedonsiirron kolme väylää. [14]

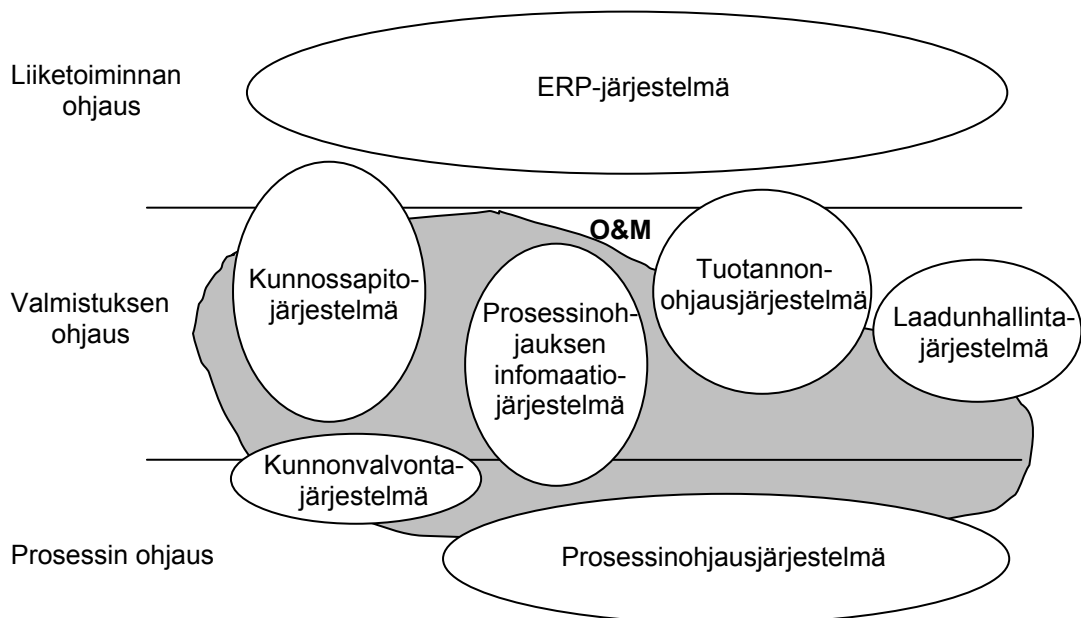
Ylempien väylien eli järjestelmäväylien ja tehtaan tietoverkon tutkimus on keskittynyt viime aikoina lähinnä järjestelmien integroitumisen myötä avoimempien rajapintojen kehitykseen järjestelmien välille.[20] Kenttäväylien kehitys on suuntautunut standardointiin (yhden tai muutaman standardin vakioimiseen), kenttäväylien ja teollisuus-Ethernetin yhdistämiseen ja

kenttäväylän korvaamiseen Ethernet-pohjaisilla langattomilla ratkaisuilla. Kenttäväylätekniikoiden kehitys tulee jatkamaan säädön hajauttamista kenttälaitteisiin.[20]-[22]

#### 4.2 Informaatiojärjestelmien integroituminen

Tuotteen laatu, tuotannon tehostaminen ja nopea reagointi markkinoiden vaatimuksiin ovat tuotantoyritysten tärkeitä kilpailukykytekijöitä. Tuotannolta vaaditaan muuntautumiskykyä vaihteleviin tuotantoeriin, uusiin tuotteisiin ja uusiin tuotantomenetelmiin. Myynti tarvitsee tarkkoja toimitusaikaennusteita ja tiedot tuotantokustannuksista on oltava ajan tasalla oikean hinnoittelun takia. Prosessihäiriöiden ennakointi ja lopputuotteen laatutekijöiden on-line monitorointi ovat tärkeä osa tuotantoketjun hallintaa. Näiden vaatimusten seurauksena myös tiedonhallinta ja kehittyneen informaatiotekniikan soveltaminen sekä tietojärjestelmien integrointi nousevat keskeisiksi kilpailutekijöiksi.

Integroinnin perusongelmana on se, että teollisuuslaitoksen eri tietojärjestelmiä ei nähdä yhtenä, koko tuotantolaitoksen käyttöä ja kunnossapitoa palvelevana kokonaisuutena. Lisäksi haasteena on tiedon hajanaisuus tuotannon eri järjestelmissä (kuva 4.2), järjestelmien erilaisuus ja ikäerot sekä standardien rajapintojen puute. Näistä seikoista johtuen olennaisen tiedon löytäminen voi olla työlästä ja aikaa vievää. Esimerkiksi historiatiedot ovat tyypillisesti pirstoutuneet eri järjestelmiin, mikä vaikeuttaa mm. erilaisten analyysien tekoa.



Kuva 4.2 [23] Tuotannon informaatiojärjestelmät ja käytön ja kunnossapidon (O&M) integroituminen niihin.

Ratkaisuina tietojärjestelmien integrointiin nähdään standardoinnin, avoimuuden ja modulaarisuuden lisääminen ja näitä hyödyntävien joustavien kommunikaatioalustojen kehittäminen. Merkittävä kehityssuunta on myös nähtävissä käyttöliittymäteknikoiden yhdentymisessä kohti yhden käyttöliittymän ratkaisuja. Tavoitteena on saada kaikki oleellinen tieto tehokkaaseen käyttöön kaikkialla organisaatiossa. Eri käyttäjäryhmille on kuitenkin muistettava tarjota omanlaisensa näkökulma yhteiseen tietoon. Toisin sanoen toisiinsa liittyvät tiedot tulee linkittää tehokkaammin yhteen, mutta muistaen samalla, että kaikki tieto ei liity kaikkeen muuhun tietoon. Tällainen tiedonhallinnan automatisointi edellyttävät tiedon semanttisen tason nostoa eli sen merkityksen määrittelyä niin, että sitä voidaan ohjelmallisesti tulkita [23].

### **4.3 Diagnostiikka ja kunnossapito**

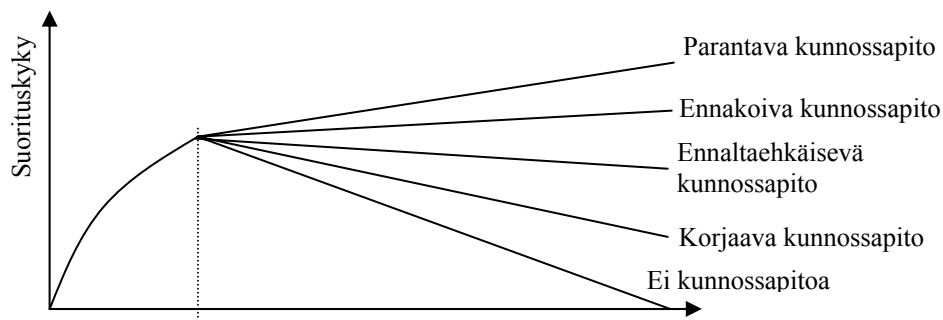
Kunnossapitotoimintojen ensisijainen tavoite on taata tuotantolaitoksen luotettavuus ja korkea käyttöaste mahdollisimman kustannustehokkaasti ja ympäristöä vahingoittamatta. Tehokas kunnossapito voi tuoda suursäästöjä, sillä seisokkipäivä sellu- ja paperiteollisuudessa saattaa maksaa 200 000 € [24]. Parantuneen kannattavuuden lisäksi vähentyneet häiriöt parantavat työturvallisuutta, vähentävät ennakoimattomia ympäristöhaittoja, raaka-ainehukkaa sekä hajapäästöjä. Myös toimitustäsmällisyys, asiakassuhteet ja laatu pysyvät hyvinä.

Nykyaikaisen kunnossapidon avulla hallitaan prosessilaitteita, kenttäinstrumentointia, sähköistystä, automaatio- ja informaatioverkkoja sekä automaatiosovelluksia. Konsepti tähtää tuotantokoneiston kunnossapitotoiminnan optimointiin koko elinkaaren ajan. Osana normaalia automaatiojärjestelmää se tarjoaa työkaluja tuotannon, prosessin sekä tuotannontekijöiden jatkuvaan valvontaan sekä auttaa ehkäisemään vähitellen tapahtuvaa suorituskyvyn heikkenemistä tai häiriöiden syntymistä. [25]

Kunnossapitokonsepti sisältää yleensä erilaisia kunnonvalvonta- ja diagnostiikkajärjestelmiä, jotka ulottuvat yksittäisten prosessi- ja kentälaitteiden monitoroinnista kokonaisten prosessien seurantaan. Integroimalla erilaisten menetelmien tiedot laitoksen informaatiojärjestelmään luodaan paras mahdollinen tietopohja koko laitoksen kunnossapitotoiminnan optimointiin. Oikean automaatiotratkaisun valinta muodostaakin tärkeän kriteerin myös ennakoivan kunnossapidon onnistumiselle. [25]

Kunnossapidon uudet ratkaisut ja työkalut siirtävät kunnossapitotoimintojen painopisteen vikojen korjaamisesta ennakoivaan ja parantavaan kunnossapitoon [25], kuva 4.3. Ennakoivan

kunnossapidon tarkoituksena on ehkäisevillä toimenpiteillä estää yllättävät vauriot ja siten myös yllättävät käyttökatkokset. Ennakoivaan kunnossapitoon kuuluvat ehkäisevä kunnossapito eli ennakkohuoltotoiminta sekä mittaava kunnossapito, jonka tavoitteena on poikkeavan tilanteen syyn selvittäminen eli vikadiagnoosi ja poikkeaman vakavuuden arviointi ja seurausten ennustaminen eli prognoosi.

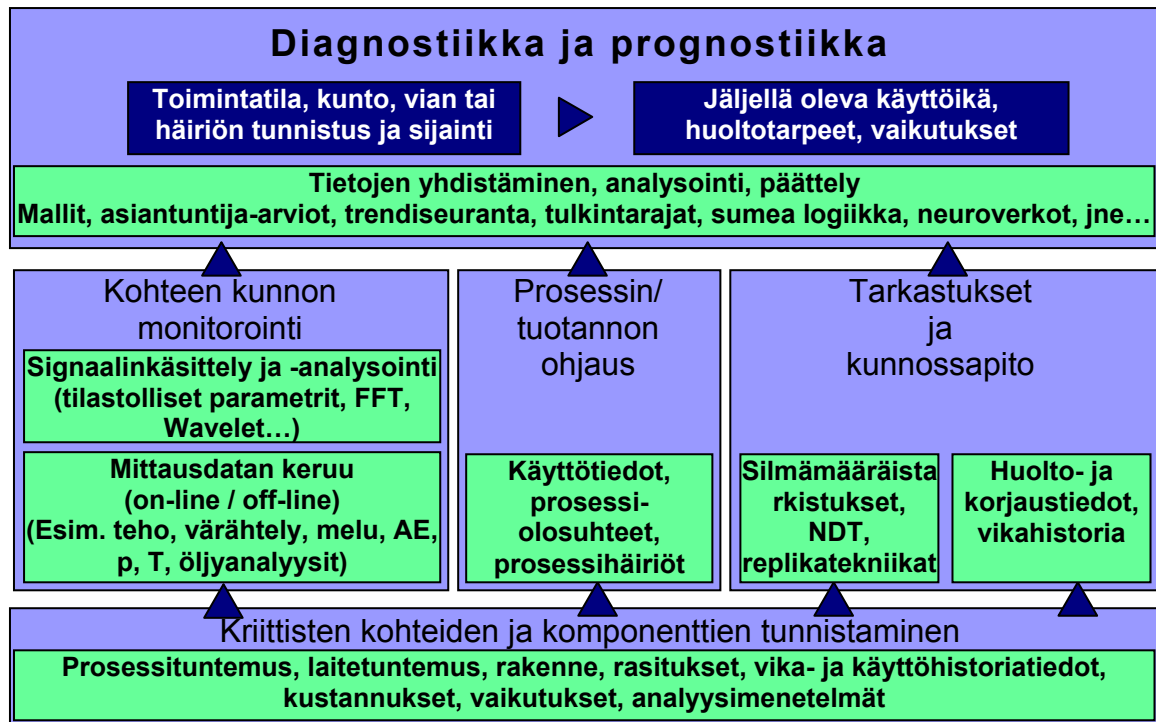


Kuva 4.3 Kunnossapidon vaikutus prosessin suorituskykyyn. [26]

Vikadiagnostiikka ja prognostiikka edellyttävät osaamista, menetelmiä ja tekniikkaa usealta eri osa-alueelta. Kuvan 4.4 kaaviossa on esitetty eri osa-alueita, joita mittauspohjaiseen diagnostiikkaan ja prognostiikkaan sisältyy. Mittavassa kunnossapidossa voidaan hyödyntää useita eri tiedon lähteitä kuten kunnonvalvonnan mittaukset, prosessidata, historiatiedot ja asiantuntijatietämys. Näihin tietoihin pohjautuen ennakoiva kunnossapitojärjestelmä huomaa laitteessa vikaantumisen takia tulevat muutokset ja korjaus voidaan suorittaa suunnitellusti.

Nykyaikaisessa kunnossapitostrategiassa ulkoistamisen lisääntyessä yhteistyökumppanit ja verkostot ovat keskeisessä osassa. Partnereiden kautta kanavoidaan kunnossapitoon sekä osaamista että määrällisiä resursseja. Esimerkiksi mittaavan kunnonvalvonnan analysointimenetelmät monipuolistuvat ja monimutkaistuvat jatkuvasti, jolloin kunnonvalvonnan johtopäätökset on yhä useammin perustelua antaa myös ulkoisten asiantuntijatahojen tehtäväksi. Kunnossapidon palvelukonseptit tarjoavat asiantuntijapalvelua ja osaamista asiakkaan prosessien suorituskyvyn parantamiseksi koko elinkaaren ajan. Konsepti integroi tuotteet ja ratkaisut sekä niihin liittyvän kunnossapitoseurannan ja kehittämistavoitteet kokonaisvaltaiseksi palvelupaketiksi. Kehittämissopimuksissa asetetaan yhdessä tavoitteet prosessin suorituskyvylle tyypillisesti vuodeksi kerrallaan. Automaatiotoimittajan prosessiasiantuntijat seuraavat ja ennakoivat prosessien suorituskykyä yhdessä asiakkaan kanssa. Toimittajan asiantuntijoilla on reaaliaikainen etäyhteys asiakkaan prosessiin, ja toiminta perustuu laitoksen läheisyydessä olevan paikallisasiantuntijan ja laitoksen

henkilökunnan väliseen yhteistyöhön. Näin automaatiotoimittaja ottaa vastuun prosessin suorituskyvystä, seurannasta ja kehitysehdotusten esittämisestä ja asiakas voi keskittyä omaan ydinosaamiseensa. [25]



Kuva 4.4 Kaavio mittauspohjaisen diagnostiikan ja prognostiikan osa-alueista [27].

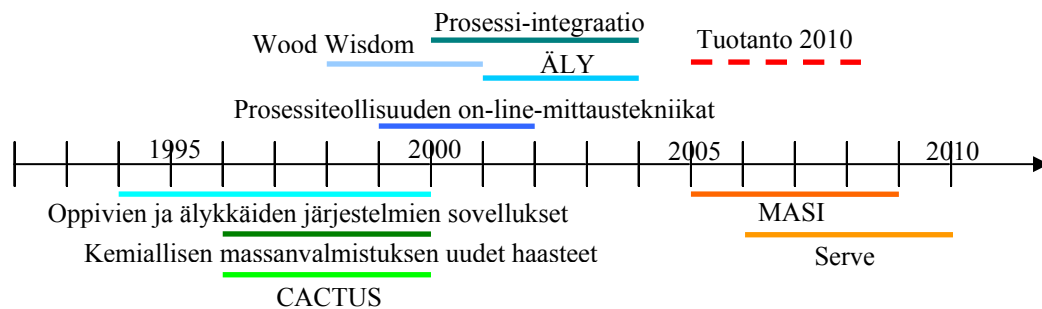
Metsäteollisuudessa kentälaitteisiin sulautettua diagnostiikkaa ja kunnonvalvontaa löytyy mm. ”älykkäistä” säätöventtiileistä [28]. Tällaista diagnosointia pyritään lisäämään muihinkin laitteisiin. Ongelmallisia kohteita ovat olleet hitaasti pyörivien prosessilaitteiden laakerit, joiden diagnosointi on ollut hankalaa [29]. Tämän lisäksi tutkimusta on tehty myös telojen aktiivivaimennukseen ja diagnostiikan yhdistämiseen. Telojen värähtelymittauksia diagnosoimalla voidaan havaita teloihin syntyvät resonanssit, jotka aktiivivaimennuksella sitten pyritään vaimentamaan. Näin päästään suurempiin ajonopeuksiin paperikoneella. [30] Tutkimuksen kohteena ovat olleet myös laitteiden öljyjen ja voiteluaineiden käytönaikainen analysointi, jonka avulla pyritään ennakoimaan tulevia vikoja [31].

#### 4.4 Tutkimus- ja teknologiaohjelmat

Tähän kappaleeseen on koottu tärkeimpiä vuosien 1994 - 2006 aikana käynnistyneitä julkisen tutkimusrahoituksen tutkimus- ja teknologiaohjelmia, jotka kiinteästi liittyvät metsäteollisuuden prosesseihin, automaatioon ja kunnossapitoon. Tarkastellut ohjelmat ja niiden ajoittuminen on esitetty kuvassa 4.5. Tarkemmat kuvaukset ohjelmista ja niissä



rahoitetuista projekteista on löydettävissä Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskuksen Tekesin internet-sivuilta [32], joilta myös alla esitetyt tiedot on kerätty. Mukaan on otettu myös VTT:n koordinoima Tekes-rahoitteinen tutkimusprojekti Tuotanto 2010 [33], koska se on parhaillaan käynnissä oleva, erittäin merkittävä, yksinomaan prosessiteollisuuden käyttö- ja kunnossapito-organisaatioiden ja –järjestelmien kehitystä tutkiva projektikonsortio.



Kuva 4.5 Vuosina 1994-2006 käynnistyneitä metsäteollisuuden prosesseihin ja automaatioon liittyviä julkisen tutkimusrahoituksen tutkimus- ja teknologiaohjelmia. Tuotanto 2010 ei ole tutkimus- tai teknologiaohjelma vaan VTT Tuotteet ja tuotannon koordinoiva Tekes-rahoitteinen tutkimusprojekti.

### **Oppivien ja älykkäiden järjestelmien sovellukset 1994-2000**

Ohjelmassa kehitettiin liiketoiminnallisesti kannattavia oppivien ja älykkäiden järjestelmien sovelluksia eri toimialojen tuotteissa ja tuotantoprosesseissa. Oppivia ja älykkäitä järjestelmiä (neurolaskenta, sumea logiikka, probabilistiset menetelmät ja geneettiset algoritmit) sovellettiin signaalinkäsittelyyn, kuvankäsittelyyn, diagnostiikkaan, luotettavuuden seurantaan, prosessin säätöön, koneiden ja laitteiden ohjaukseen, prosessin mallinnukseen, kunnon- ja laadunvalvontaan, profilointiin, luokitteluun, ryhmittelyyn, ennustamiseen, suunnitteluun sekä konfigurointiin.

### **Kemiallisen massanvalmistuksen uudet haasteet 1996-2000**

Teknologiaohjelma tähtäsi mahdollisimman hyvän lopputuotteen eli laadultaan toivotunkaltaisen paperin aikaansaamiseen. Tavoitteeseen pyrittiin etsimällä painopaperiin paras mahdollinen kuitu ja sen valmistusmenetelmät. Tähän pyrittiin käyttämällä uusimpia puukemian ja paperifysiikan menetelmiä. Ohjelmassa määritettiin laskennallisesti kullekin paperilaadulle kemiallisen kuidun välttämättömät kuituominaisuudet. Erityistä huomiota kiinnitettiin niihin kuituominaisuuksiin, jotka muuttuvat keitto- ja valkaisuprosesseissa.

## **CACTUS – Vähävetinen paperinvalmistus 1996-2000**

Ohjelman tavoitteena oli rakentaa vahva raaka-aineiden, veden, energian ja kemikaalien hallinnan osaaminen nykyistä suljetuimmissa prosessiympäristöissä. Muina tavoitteina oli kemikaalien käytön tarkempi kohdistaminen ja energian taloudellinen käyttö. Laajempaan tavoitteena oli entistä hallitumpi ja puhtaampi prosessi sekä paperinvalmistuksen ympäristövaikutusten vähentäminen vesistöissä, maassa ja ilmassa.

## **Wood Wisdom – Metsäalan tutkimusohjelmakokonaisuus 1998-2001**

Metsäalan tutkimusohjelman Wood Wisdomin tavoitteena oli edistää metsätalouden ja -teollisuuden kilpailukykyä muuttuvassa toimintaympäristössä yhdistämällä koko tuotantoketjun voimavarat asiakkaan lopputuotteelle asettamien vaatimusten täyttämiseen. Tutkimus- ja teknologiaohjelmakokonaisuus kattoi sekä puun kemiallisen että mekaanisen jalostusketjun lopputuotteesta raaka-aineeseen. Pääpaino oli tutkimuksessa, joka integroi metsätalouden ja muut tuotantoketjun osat - puun tuotannon ja hankinnan sekä tuotteiden valmistuksen, markkinoinnin ja käytön - kiinteästi toisiinsa. Erityistä huomiota kiinnitettiin mekaanisen metsäteollisuuden ja pk-yritystoiminnan kilpailukykyä edistävään tutkimukseen.

## **Prosessiteollisuuden on-line-mittaustekniikat 1999-2002**

Ohjelmatavoitteet olivat

- edistää uusien on-line-mittaustekniikoiden soveltajien, ratkaisun tarjoajien ja tutkimus- sekä kehittämistoimijoiden yhteistyötä
- edistää tutkimus- ja kehittämisprojektien laatua ja tehokkuutta
- edistää jo olemassa olevaa ja saada aikaan uutta yhteistyötä yritysten ja tutkimusryhmien välillä
- edistää teknologia-alojen välistä projektiyhteistyötä

## **Prosessi-integraatio 2000-2004**

Ohjelman tavoitteena oli lisätä teollisuuden tuottavuutta ja kilpailukykyä tuotannollisten resurssien täsmäkäytöllä. Tavoitteeseen pääsemiseksi kehitettiin sekä uusien, että vanhojen teollisuusprosessien laitossuunnitteluun ja tehtaiden käyttösuunnitteluun yleisesti soveltuvia matemaattisia prosessimalleja, laskentatyökaluja ja -menetelmiä. Myös informaationhallinta oli osa ohjelmaa, tavoitteena kehittää ja testata uusia informaation hankintaa, arviointia, käsittelyä ja hyödyntämistä palvelevia menetelmiä. Tavoitteena oli myös luoda tehokas metodiikka prosessi-integraation vaikuttavuuden ja hyvyyden mittaamista varten.

## **ÄLY – Älykkäät automaatiojärjestelmät 2001-2004**

Teknologiaohjelman tavoitteita olivat:

- Tukea muutospaineissa olevan automaatioteollisuuden tutkimustarpeita ja kehittää alan osaamista.
- Hyödyntää uuden tietotekniikan tarjoamia mahdollisuuksia teollisessa tuotannossa ja luoda mahdollisuuksia uuden liiketoiminnan käynnistämiseksi.
- Synnyttää yhteenliittymiä tuoteistajayritysten piirissä.
- Olla omalta osaltaan tukemassa verkottunutta ohjelmistotuotantoa ja -kauppaa.

Ohjelman projektit voitiin ryhmitellä seuraaviin hankealueisiin:

1. Vaativat säätö-, automaatio-, mallinnuskohteet, diagnostiikka, poikkeustilanteet
2. Arkkitehtuurit, langaton automaatio, hajautettu automaatio
3. Automaation ohjelmistokehitysprosessi
4. Ihminen–kone-rajapinta
5. Teollisuuden konenäkö

## **MASI – Mallinnus ja simulointi 2005-2009**

Ohjelman tavoitteena on tehostaa mallinnus- ja simulointitekniikoiden siirtymistä yritysten käyttöön ja varmistaa, että suomalaisen teollisuuden ja palveluyritysten kansainvälinen kilpailukyky vahvistuu. Tarkoituksena on myös, että samanaikaisesti käynnistyy uutta mallinnus- ja simulointiosaamiseen perustuvaa liiketoimintaa. Ohjelman painopisteet ovat ilmiömallit ja niiden yhdistäminen, mallinnuksen menetelmät ja työkalut, palveluiden ja liiketoimintaprosessien kehittäminen, sekä mallinnuksen käyttö, hyödyntäminen ja tuotteistaminen liiketoiminnassa.

## **Serve – Innovatiiviset palvelut 2006-2010**

Serve – Innovatiiviset palvelut -teknologiaohjelman tavoitteena on parantaa palvelujen kilpailukykyä ja edistää uusien, myös kansainvälisesti menestyvien palvelukonseptien ja liiketoimintamallien syntymistä. Ohjelman keskeisenä pyrkimyksenä on herättää palveluja kehittävien yritysten kiinnostusta innovaatiotoimintaan. Serve kannustaa yrityksiä kehittämään innovatiivisia, toistettavissa tai monistettavissa olevia palvelukonsepteja, joissa hyödynnetään teknologioita tai menetelmiä. Serven tavoitteena on myös palvelumarkkinoiden uudistuminen siten, että syntyy tilaa uusille innovatiivisille palveluille. Markkinoita uudistavilla palvelukonsepteilla vastataan esimerkiksi julkisen sektorin haasteeseen lisätä tuottavuutta ja parantaa kustannusvaikuttavuutta. Serven tutkimukselliset tavoitteet liittyvät

palveluliiketoiminnan teoriaosaamiseen, palvelujen kehittämistä koskevan innovaatiotoiminnan luonteen selkiyttämiseen ja palvelualan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiokulttuurin kehittämiseen.

Serven kohderyhmänä ovat palveluita kehittävät yritykset sekä palvelualoilta että teollisuudesta. Ohjelma kohdistuu mm. teollisuuden palveluihin, jossa kehittäminen jakautuu kahteen osaan: Toimenpiteet kohdistuvat yhtäältä teollisuuden liiketoiminnan uudistamiseen palveluilla ja toisaalta käyttöomaisuuden hallinnan palveluliiketoiminnan kehittämiseen.

### **Tuotanto 2010, 2005-2008**

Tuotanto 2010–projekti on VTT Tuotteet ja tuotannon koordinoima Tekes-rahoitteinen tutkimushanke, jossa tutkitaan prosessiteollisuuden käyttö- ja kunnossapito-organisaatioiden ja -järjestelmien kehitystä. Projekti luo uutta keskustelukulttuuria, verkottaa tutkimusta, järjestää tutkimusseminaareja ja yrityskohtaisia keskustelutilaisuuksia. Projekti tuottaa julkaisuja, käytännönläheisiä ohjeita informaatiojärjestelmien suunnittelemiseksi ja demonstraatioita uusista tiedonkäsittelymenetelmistä ja standardeista. Projekti antaa loppukäyttäjille tietoa ja ideoita uusista liiketoimintamalleista ja uuden teknologian hyödyntämisestä. Palveluntarjoajille projekti antaa ideoita uusista liiketoimintamahdollisuuksista, keskusteluyhteyden loppukäyttäjiiin ja verkottumismahdollisuuksia.

## 5 ASIANTUNTIJAHAASTATTELUT

Haastatteluissa haluttiin selvittää asiantuntijoiden näkemyksiä: 1) tulevaisuuden haasteita metsäteollisuuden automaatiossa ja kunnossapidossa, 2) tulevaisuuden tärkeistä tutkimusaiheista automaation ja kunnossapidon tehtäväkentässä ja 3) tutkimustoiminnan organisoimisesta nyt ja tulevaisuudessa. Haastattelujen purkaminen ja erityisesti analysointi osoittautui haasteelliseksi tehtäväksi.

Haastateltavilla henkilöillä oli hyvin erilaiset taustat ja heidän nykyiset työtehtävänsä selkeästi vaikuttivat siihen, miten kukin koki selvityksen kohteena olleen aihealueen. Haastattelututkimus toteutettiin vapaamuotoisena keskusteluna, eikä mitään varsinaisia ”pakollisia” vastauskenttiä käytetty. Haastatteluissa käytettiin ainoastaan liitteenä 1 esitettyä tukisanalista. Keskustelujen sisällöt ja painotukset siitä, keskusteltiinkö pääsääntöisesti tulevaisuuden käytännön haasteista, konkreettisista tutkimusaiheista vai tutkimustoiminnan organisoitumisesta vaihtelivat kuitenkin merkittävästi henkilön taustasta riippuen. Tämä seikka tiedostettiin jo haastattelututkimusta suunniteltaessa ja siihen osallistuvia henkilöitä valittaessa. Tavoitteena oli kuitenkin saada laaja kokonaiskuva metsäteollisuuden prosessianalytiikan, -automaation ja kunnossapidon toimialakentästä, joten heterogeenisyys haastateltavien henkilöiden taustassa otettiin haasteena vastaan. Yhteenvedon tekeminen tämäntyyppisestä kokonaisuudesta vaatii erilaisten asioiden ja näkemysten yhdistämistä. Tekijät toivovat tässä onnistuneensa.

Alussa tehty rajausta pelkästään Kaakkois-Suomen alueeseen osoittautui liian kapeaksi, ja tästä syystä haastateltiin keskeisten toimijoiden edustajia myös muualta Suomesta. Haastattelututkimuksen ulkopuolelle on kuitenkin jäänyt keskeisiä asiantuntijoita selvityksen aihepiiristä. Tässä lyhyessä ja pienehköillä resursseilla toteutetussa hankkeessa ei kuitenkaan ollut mahdollista laajentaa haastateltavien joukkoa, mikä rajoittaa tietysti haastattelujen perusteella saatua kokonaiskuvaa tehtäväkentästä. Tästä syystä yhteenvedoa tehtäessä on hyödynnetty myös seminaareista sekä kirjallisuus- ja internethauista saatua tietoa selvityksen kohteena olleista aihealueista.

### **5.1 Tulevaisuuden haasteet/muutospaineet prosessien ja prosessilaitteiden automaatiossa ja kunnossapidossa**

Haastatteluissa keskeisimpinä tulevaisuuden haasteina ja mahdollisina muutospaineina esille nousivat ulkoistamisen aiheuttamat verkoston toimimiseen ja liiketoimintamalleihin liittyvät

teemat, jatkuvan ja monipuolisen osaamisen ylläpitämisen haasteet ja henkilöstäresurssien niukkuus. Tämän lisäksi olemassa olevien työkalujen ja järjestelmien tehokkaampi hyödyntäminen, relevanttien asioiden mittaaminen ja valtavan tietomäärän hyödyntäminen nähtiin selkeästi tulevaisuuden keskeisinä haasteina. Mahdollisesti uusia tulevia tuotteita ja niiden vaikutusta automaatioon tai kunnossapitoon ei vielä ainakaan nähty akuuttina haasteena, laadullisesti tiukemmat tuotantovaatimukset ja energiankulutuksen vähentäminen sitä vastoin nähtiin selkeästi myös automaatioon liittyvänä haasteena.

Kunnossapidon toimintojen ulkoistamisessa haasteita näyttää aiheuttavan lähtökohtaisesti se, että toimintamallit eivät ole vielä selkeitä vaan ovat vasta muovautumassa. Koetaan, että ulkoistamiseen liittyvä ansaintalogiikka ei ole vielä hioutunut. Haastattelujen perusteella voisi sanoa, että ei ole vielä selvillä kuka hoitaa mitään ja millä tasolla. Ongelmallisena nähdään mm. se, että mihin kunnossapitoyhtiön velvollisuus hoitaa prosessilaitteita loppuu ja tuotantolaitoksen oma velvollisuus alkaa. Useissa haastatteluissa tuli esille, että haasteena koetaan ulkoistamisen myötä syntyneet asenteet. Jonkin verran esiintyi sellaista henkeä, että aiemmin kunnossapitoinsinöörit kokivat ”pitävänsä huolta omastaan” ollessaan sen yhtiön palveluksessa, joka omistaa tuotantolaitoksen, jolloin siitä haluttiin pitää mahdollisimman hyvä huoli jatkuvasti. Nykyisin taas kunnossapitoyrityksen edustajana ollessaan he menevät ulkopuolisina palveluntarjoajina tehtaalle, ja tekevät mahdollisimman kustannustehokkaasti tarvittavat huoltotoimet, eikä ehkä resursseja riitä pidemmän tähtäimen huolto- ja kunnossapitotoimiin. Toisaalta todettakoon, että monesti käytännössä samat ihmiset hoitavat kunnossapitotehtäviä kuin ennen ulkoistustakin ennen teollisuuslaitoksen palveluksessa ja nyt palveluntarjoajan palveluksessa, eikä ”firman tunnuksen muuttuminen haalarissa” ole välttämättä merkittävässä määrin muuttanut käytännön työn tekemistä. Lisäksi koetaan, että ulkoistamisen myötä välikäsien määrä on lisääntynyt, mikä aiheuttaa kysymyksiä tiedon siirtämisestä, tiedon käsittelystä sekä siitä kuka tiedon omistaa.

Osaamisen ylläpitämisen ja laajentamisen tarve nousi esille voimakkaasti haastatteluissa. Koettiin, että oma asiantuntemus on monesti lähtökohtaisesti liian kapea-alaista, ja sitä toivottiin laajemmaksi jo perusopintojen aikana. Koettiin, että erityisesti automaation ja kunnossapidon tehtäväkentässä olisi selkeä tarve moniosaamiselle: prosessi-, automaatio- ja järjestelmäosaamiselle erityisesti kunnossapidosta vastaavien henkilöiden kohdalla. Nykyiset opintokokonaisuudet eivät välttämättä sisällä riittävässä määrin tätä osaamista tukevaa koulutusta. Yleisesti nähtiin tarpeelliseksi ymmärtää prosesseja sekä siihen liittyvää

automaation ja kunnossapidon teemoja kokonaisuutena; haastatteluissa kaivattiin tällaista kokonaisosaamista tukevaa täydentävää jatkuvaa koulutusta. Uusien sovellusten ja työkalujen tullessa tehtaalle jatkuva osaamisen päivittäminen on ehdottoman tärkeää, jotta tekniikka saadaan hyödynnettyä täysipainoisesti ja oikein. Tuotiin esille, että tehtailla ei ole riittävästi tietämystä kehittyneistä säätömenetelmistä, minkä lisäksi ylätasojen ohjelmistot koettiin vaikeakäyttöisiksi samoin kuin prosessimallinnuksen työkalutkin. Tämän lisäksi koettiin, että jo olemassa olevia prosessinseurantatyökaluja ei välttämättä pystytä täysipainoisesti hyödyntämään, koska työntekijöillä ei ole riittävästi aikaa perehtyä ohjelmistojen sisältämiin mahdollisuuksiin. Toisaalta todettiin, että tehtailla ja kunnossapitoyrityksissä on kyllä vahvaa ja perinteikästä automaation ja kunnossapidon osaamista, mutta henkilöitä ei ole riittävästi eikä osaamisen päivittämiselle jää riittävästi aikaa.

Tuotantolaitoksilla ja kunnossapitopalveluyrityksissä selkeänä haasteena koettiin yleisesti erityisesti henkilöstöressurssien niukkuus: automaatiosta ja kunnossapidosta vastaavien henkilöiden määrää on vähennetty tehtailla, ja yksittäiselle ihmiselle tulevan työkuorman määrä kasvaa. Kunnossapitoyrityksiin kaivattiin lisää erityisesti automaatioalan osaajia. Koettiin myös, että kunnossapitotoiminnot tällä hetkellä ovat lähinnä välttämättömien asioiden hoitamista, eikä laajalle ja pitkäjänteiselle kehittämiselle jää riittävästi aikaa. Henkilöstöressurssien niukkuus tuli esille myös yhtenä reunaehtona teollisuuslaitosten puolella tutkimushankkeisiin mukaan lähtemiselle: mielenkiintoisiinkaan tutkimushankkeisiin ei yrityksen puolelta välttämättä ole mahdollista lähteä mukaan, kun ei ole sopivaa henkilöä irrotettavissa hankkeeseen yrityksen edustajaksi.

Uutta tekniikkaa ollaan valmiita ottamaan käyttöön, mikäli uuden tekniikan tuoma taloudellinen hyöty on riittävän suuri ja selkeästi toteen osoitettavissa. Tämän lisäksi uuden tekniikan luotettavuus on pystyttävä varmistamaan, teollisuuslaitoksilla ei ole halua lähteä uusien tekniikoiden testikäyttäjiksi. Yleisesti ottaen pienen mittakaavan tekniset uudistukset mm. uudet mittaukset ja mittalaitteet ovat luonnollisesti helpommin otettavissa käyttöön kuin esim. uudet laitekonseptit. Osittain ongelmana nähdään se, että laitteistojen ja järjestelmien kehitys on nopeaa, vanhoihin laitteisiin ei välttämättä saa tukea, ja näitä joudutaan uusimaan turhankin usein. Tämän lisäksi tehtailla on paljon erilaisia laitteita ja järjestelmiä, ja näiden sovittaminen yhteen ja toimiminen yhdessä on haaste. Joissakin haastatteluissa tuli esille, että nykyisten järjestelmien ja työkalujen hyödyntäminen ei ole vielä niin tehokasta kuin voisi

olla, ja tähän olisi syytä kiinnittää huomiota, ennen kuin lähdetään hankkimaan uusia järjestelmiä.

Mittaustekniikan osalta haasteena nähtiin pääosin kaksi asiaa: 1) Mitataanko oikeita asioita ja 2) miten hyvin saatua mittausinformaatiota pystytään hyödyntämään. Mittausdataa saadaan valtavasti. Tehokkaampia menetelmiä kaivataan tiedon keskitettyyn keräämiseen ja oleellisen datan suodattamiseen epäoleellisesta. Oikeiden systemaattisten menetelmien löytäminen datan muokkaamiseksi informaatioksi ja edelleen tiedoksi sekä oikean tiedon valikoituminen päätöksenteossa hyödynnettäväksi on selkeä haaste. Lisäksi ollakseen toimiva tällaisen järjestelmän olisi oltava systemaattinen, luotettava ja helppokäyttöinen.

Tuotannon kiristyvät laatu- sekä raaka-aineen ja energiankäytön minimointivaatimukset aiheuttavat omat vaatimuksensa teollisuuslaitoksille. Nämä vaatimukset liittyvät myös automaation ja kunnossapidon teemoihin, ja näitä on syytä siis käsitellä tässä yhteydessä. Selkeästi kunnossapidollisiin haasteisiin liittyy se, että seisokkien määrää ja kestoja sekä seisokkien aikaisten tarvittavien huoltotoimien määrää pyritään minimoimaantällöin käynnissäpidon sekä ennaltaehkäisevän ja ennakoivan kunnossapidon roolit korostuvat. Tähän liittyy luonnollisesti, että tällöin ennakoivan kunnossapidon työkalujen pitää olla ajantasaiset ja hyödynnettävänä jatkuvasti ja esim. prosessijärjestelmien sisältää enenevässä määrin myös kunnonvalvontaan liittyvää informaatiota. Energian kulutuksen vähentäminen ja ympäristönäkökulmat sekä raaka-aineresurssien niukkuus aiheuttaa sen, että prosessien kokonaistehokkuuteen tullaan kiinnittämään jatkuvasti enemmän huomiota, jo edellä mainittujen ennakoivan kunnossapidon menetelmien lisäksi myös optimi prosessinohjauksella on keskeinen rooli näiden tavoitteiden täyttämässä.

Mahdollisten uusien tuotteiden ja tuotantoteknologioiden osalta tuli esille, että suuret muutokset ovat vielä sen verran kaukana tulevaisuudessa, että niiden vaikutusten arvioiminen prosessiautomaatioon ja kunnossapitoon on jokseenkin vaikeaa. Yleisesti nähtiin tulevaisuuden visiona luonnollisesti paljon keskustelussa esiintyneet biojalostamokonseptit, sivuvirroista erotettavat uusien tuotteiden raaka-aineet ja erikoistuotteiden lisääntyminen bulkkituotteiden kustannuksella. Haasteena nähtiin myös kyky tarkastella asioita laajemmin kuin yksittäisen tuotantolaitoksen kannalta. Ensisijaisesti tällä tarkoitettiin vertailua muihin vastaaviin tuotantolaitoksiin, mutta oppimista myös muilta teollisuudenaloilta pidettiin tärkeänä tulevaisuuden metsäteollisuudessa.



## 5.2 Tutkimusteemat

Tutkimusteemat nousivat luonnollisesti esiin edellä käsiteltyjen tulevaisuuden haasteiden pohjalta. Monialaisuuteen on syytä kannustaa tulevaisuuden tutkimusteemoissa. Tämän lisäksi todettiin, että muiden teollisuuden alojen kokemusta tulisi entistä enemmän hyödyntää metsäteollisuuden prosessien hallintaan liittyvissä teemoissa.

Erityisesti ulkoistamisen aiheuttamiin haasteisiin liittyen tärkeänä tutkimusaiheena pidettiin tulevaisuuden liiketoimintamalleja ja verkottuneen toiminnan organisoitumista. Muut esille nousseet tutkimusteemat olivat enemmän teknologioihin liittyviä. Merkittävimpinä tutkimusaiheina nousivat esille uusien mittaustekniikoiden kehittäminen sekä tiedon siirtoon, käsittelyyn ja analysointiin liittyvät teknologiat ja työkalut. Tämän lisäksi kehittyneet säätömenetelmät ja säätöjen suorituskyvyn seuranta koettiin tärkeänä tutkimusteemana. Yleisesti prosessien seurantamenetelmien kehitystä ja näiden menetelmien hyödyntämistä prosessien optimoinnissa pidettiin keskeisenä tulevaisuuden tutkimusteemana.

Yleisesti mittaustekniikkaan liittyen todettiin, että erityisesti on-line mittauksia tarvitaan. Kohteita, joihin on-line mittauksia esitettiin kehitettäväksi, olivat:

- hitaasti pyörivien laitteiden värähtelyn mittaaminen
- sellun laatumittaukset esim. sellun lujuuden määrittäminen
- määrän pään kemian mittaaminen
- paperin laatumittaukset
- painettavuusominaisuuksien mittaaminen
- sellun pesutuloksen mittaaminen

Uusien kehitettävien mittaustekniikoiden lisäksi todettiin, että mittausten luotettavuutta pitäisi pystyä arvioimaan entistä paremmin, ja luotettavuuden määrittämiseen olisi syytä kehittää tehokkaita menetelmiä.

Tiedonsiirrollisesti tutkimusideoiksi nousivat mm. uusien konseptien kuten WLAN, GPRS jne. soveltamista tiedonsiirtomenetelminä teollisuussovelluksissa sekä kenttäväylätekniikoiden soveltaminen. Toisena keskeisenä teemana nousi informaation hallintatyökalujen kehittäminen: mistä tietoa kannattaa kerätä, miten sitä kannattaa käsitellä, ja missä sitä voi hyödyntää. Lisäksi mitatun informaation yhdistäminen kokemukseräiseen tietoon olisi tärkeää luotettavien analyysien aikaansaamiseksi. Kokemukseräisen tiedon kerääminen olisi erittäin tärkeää, myös hiljaisen tiedon saamiseksi käyttöön tulevaisuuden tekijöille.

Mittausdatan tehokkaampaan hyödyntämiseen liittyvä menetelmäkehitys ja työkalujen edelleen kehittäminen koettiin tärkeänä tutkimusteemana. Helppokäyttöisiä operaattoritason työkaluja datan jalostukseen kaivattiin. Datan hyödyntämiseen liittyen tulivat esille seuraavien sovelluksien kehittäminen: 1) Historiallisen aineiston analysointimenetelmät esimerkiksi siten, että useilta tehtailla kerätään dataa vastaavista prosesseista ja verrataan eri tehtailla olevien prosessien suorituskykyä toisiinsa. Tällä tavoin olisi mahdollista osoittaa potentiaaliset kehityskohteet. 2) Prosessien tilan jatkuva seuranta ja prosessisuureiden ennustaminen mitatusta aineistosta, sekä tähän liittyvät mittausaineiston käsittelymenetelmät. 3) Prosessihäiriöiden diagnosointityökalujen kehittäminen, 4) Koneiden ja laitteiden sekä mittareiden ennakoivat kunnonvalvontamenetelmät. Esimerkkinä tästä mainittakoon menetelmät, joilla voidaan ennustaa laitteen jäljellä oleva kestoikä.

Prosessiseurantatyökalujen kehittämisessä keskeisinä haasteina nähtiin työkalujen kokonaisvaltaisuus: Tarvitaan helppokäyttöinen, luotettava ja tehokas järjestelmä, joka yhdistää automaatio- ja kunnossapitoon liittyvän prosessiseurannan ja diagnostiikan

Säätötekniikkaan liittyen yleisesti ylemmän tason säätöjärjestelmien kehittäminen ja ylläpito kokonaisprosessin hallitsemisessa nähtiin tärkeänä tutkimusteemana. Säätöpiirien optimointi ja suorituskykyseurantamenetelmien kehittäminen nähtiin tärkeänä tutkimusteemana. Kohteita, joiden säätöä olisi syytä selvittää, olivat mm. soodakattila, kuorikattilan ja meesauuni. Kehittyneiden säätömenetelmien (neuroverkot, sumea logiikka ja monimuuttujasäädöt) tutkimusta on tehty ja tehdään paljon, mutta pääsääntöisesti haastateltavien mielestä paljon on vielä tehtävääkin.

Yleisesti prosessien kokonaistehokkuuden parantaminen eri osissa tuotantolaitoksia nousi tärkeäksi aihepiiriksi. Tähän liittyen esille nousseita mahdollisia tutkimusteemoja olivat mm.

- Suurten prosessikokonaisuuksien hallinta esim. taselaskennan avulla
- Virtausteknisten asioiden ymmärtäminen: prosessilaitteiden virtausprofiilien mallintaminen
- Hakkeen pakkautuminen jatkuvatoimisessa keittimessä mallintaminen
- Puun hävikit kuorintaprosessissa
- Energiatehokkuuden parantaminen laitteissa ja prosesseissa

### **5.3 Tutkimustoiminnan organisoituminen**

Tyypillisesti yhteistyö teollisuuden ja oppilaitosten välillä on ollut insinööritöiden ja diplomitöiden teettäminen yritykselle tärkeistä aiheista. Aiheet nousevat usein akuutista

tarpeesta tehtaalla tai yrityksessä. Opinnäytetöiden aiheista ei ole pulaa, mutta ohjaukseen on joskus vaikeaa irrottaa resursseja. Yliopiston puolelta tulevan ohjaajan/tarkastajan on syytä myös olla aktiivisesti työn eri vaiheissa mukana. Lyhyehkössä lopputyöprojektissa, jossa tekijänä on yleensä melko kokematon nuori henkilö, aiheen rajaaminen on erittäin tärkeää, jotta työn tuloksista on konkreettista hyötyä. Joissakin tapauksissa diplomityötä on jatkettu samaan aiheeseen liitettyllä insinööriyöllä. Tämän lisäksi ryhmäopinnäytteitä on tehty muutamia. Jatkossa ehdotettiin alueelle päättötyöpörssiä, jossa voisi olla esillä mahdollisia päättötöiden aiheita.

Väitöstutkimuksia on tehty selkeästi vähemmän teollisuuden piirissä. Työn ohessa jatko-opintojen tekeminen on mahdollista. Teollisuudessa työtään tekevien väitösprojektiin lähtemistä rajoittaa selkeästi aikapula. Yliopistossa väitöstyötään tekevän työssä mukana oleminen olisi mahdollista ja todennäköisesti väitöstöiksi kelpaavia laajempia tutkimusaiheita löytyisi teollisuudesta. Väitöstöiden aiheissa voisi korostua selkeästi uusien aihepiirien yhdisteleminen. Monesti ajatellaan, että väitöstöiden aiheet ovat aika kaukana käytännöstä. Teollisuuden kanssa yhteistyössä toteutettavien väitöstöiden osalta olisikin hyvä käydä keskustelua yliopiston ja teollisuuden edustajien välillä, ja selventää mitä väitöstyöprojektilta odotetaan toisaalta yliopistoissa ja toisaalta mitkä ovat teollisuuden odotukset väitöstutkimusten tulosten hyödynnettävyydestä.

Yleisesti tutkimukseen liittyen koetaan, että yliopistojen roolina on perustutkimuksen ja jossain määrin soveltavan tutkimuksen tekeminen. Tiedeyliopistojen tehtävä onkin tuottaa kansainvälisesti merkittävää tieteellistä tutkimusta. Yhteistyössä yritysmaailman suuntaan korostuu suoran vuoropuhelun merkitys yliopiston tutkijoiden ja yritysedustajien välillä. Yliopiston teollisuutta hyödyttävää tutkimusta olisi syytä kyetä markkinoimaan teollisuuden suuntaan entistä paremmin. Tutkimustoiminnan verkostoituessa on tärkeää, että jokaisella toimijalla on selkeät roolit ja toiminta-alueet, jotta syntyvästä yhteistyöstä saadaan mahdollisimman paljon irti. Tulevaisuuden tutkimusryhmät voisivat hyvin olla monialaisia ja laajempia kokonaisuuksia tarkastelevia.

Yritysten intresseissä on luonnollisesti lähteä mukaan sellaisiin tutkimushankkeisiin, joiden tuloksista he voivat odottaa hyötyvänsä. Yrityksissä koetaan kuitenkin, että tutkimushankkeista saadun hyödyn määrä vaihtelee suurestikin hankkeesta riippuen. Mahdollisia syitä tähän on mm: 1) tutkimushankkeen aihepiiri voi olla kaukana käytännöstä – tällöin yrityksen tavoitteena on usein olla mukana seuraamassa tulevaisuuden kehityssuuntia

eikä niinkään hakea suoraa sovellusta itselleen. 2) Yritysedustajan aika ei riitä täysipainoiseen tutkimushankkeen seuraamiseen ja edelleen tutkimushankkeen kautta saadun uuden tiedon levittämiseen edustamansa yrityksen sisällä. 3) Mahdollisesti hyödynnettävää tietoa ei tuoda riittävän selkeästi tutkimushankkeiden edetessä esille.

Kilpailijat voivat olla mukana samassa tutkimushankkeissa silloin kun puhutaan kaukana kilpailutekijöistä olevista aiheista. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että mitä lähempänä jalostusketjun alkupäätä ollaan, sitä helpommin kilpailijat mahtuvat samaan hankkeeseen. Vastaavasti mitä lähemmäs lopputuotetta mennään, sitä enemmän yritykset haluavat pitää siihen liittyvän tutkimuksen itsellään. Yleisesti automaatioon ja kunnossapitoonkin liittyvissä hankkeissa yhteistyörakenne: yliopisto-teollisuuslaitos-laitetoimittaja lienee toimivin ratkaisu.

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Selvitys vahvisti olettamuksen, että metsäteollisuuden prosessiautomaation ja kunnossapidon toimialakenttä on erittäin monitahoinen ja parhaillaan muuttuva alue. Tutkimusaiheet tälle alueelle vaihtelevat teknologisista teemoista: mittaustekniikka, prosessien tai laitteiden suorituskyky ja ylläpito myös talouteen liittyviin teemoihin: liiketoiminnan organisoituminen, verkottuneen liiketoiminnan strategiat, henkilöstön johtaminen muuttuvissa tilanteissa. Ehdotetuista tutkimusteemoista on hyvä poimia parhaat eri yhteistyöverkostoissa toteutettaviksi. Yhteisiä tutkimusaiheita ovat selkeästi yleiset menetelmäkehitykseen liittyvät teemat ja aihealueet, joissa operoidaan lähellä jalostusketjun alkupäätä.

Yliopiston tutkimustoiminnan pitää pystyä tuottamaan akateemisesti merkittäviä tutkimustuloksia perus- ja soveltavassa tutkimuksessa. Toisaalta rahoituksen saaminen tutkimushankkeisiin vaatii, että tehdään teollisuutta kiinnostavaa tutkimusta.

Perinteisimmillään yhteistyö yritysten ja oppilaitosten välillä on ollut opinnäytetöitä, ja tämän yhteistyön tiivistämiseksi ehdotetaan erityisiä opinnäytetyöpankkeja, joissa metsäteollisuuteen liittyviä opinnäytteitä markkinoidaan opiskelijoille. Tämä voisi osaltaan lisätä metsätoimialan kiinnostavuutta opiskelijoiden silmissä.

Yliopistossa tutkimuksen ja osaamisen markkinointia yrityksille on syytä tehostaa. Erityisesti on syytä kiinnittää huomiota kutakin teollisuutta lähellä oleviin teemoihin ja tuoda selkeästi esille tutkimustiedon tuottamat hyödyt yrityksille. Hankkeita suunniteltaessa olisikin tärkeää tunnistaa niin akateemiset tavoitteet kuin yhteistyökumppaneille tuleva hyöty, jotta tutkimus mahdollisimman hyvin palvelisi näitä molempia.

Lappeenrannan teknillisen yliopiston osaaminen prosessianalytiikan, automaation ja kunnossapidon alueella on hieman sirpaleista, mutta toisaalta selkeitä vahvuusalueita on löydettävissä. Ongelmana on, että rahoituskanavat eivät välttämättä tue yliopiston sisäistä yhteistyötä, vaan rahoituksen saamiseksi ulkopuoliset yliopistoyhteistyökumppanit ovat välttämättömiä. Käytännössä selkeimmin prosessianalytiikan ja –automaation tutkimuksessa sellu- ja paperitekniikan osaamisen yhdistäminen konenäkö-, prosessianalytiikka- ja säätöteknisen osaamisen kanssa muodostaisi kohtuullisen laajan kokonaisuuden, jota voisi edelleen yhdistää kansallisiin alan verkostoihin.

LTY:n ja Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu yhteistyössä on tärkeää hahmottaa kummankin roolit myös tässä selvityksessä tarkastellussa aihepiirissä. Toisaalta, keskustelua yhteistyön muodoista käydään jatkuvasti eri tahojen välillä, ja sen myötä varmasti roolit selkiytyvät ja aitoa ja luontevaa yhteistyötä saadaan syntymään.

Uusien verkostojen luominen ei liene itseisarvo. Tärkeämpää on vahvistaa liittymistä jo olemassa oleviin verkostoihin. Forest Industry Institute:n roolina on varmastikin vahvistaa ammattikorkeakoulun ja yliopiston välistä yhteistyötä myös tulevaisuudessa. FII on selvästi profiloitunut koulutuksen ja osaamisen edistäjänä alueellisesti. Tulevaisuudessa mahdollisia teemoja tähän voisivat ehkä olla myös prosessianalytiikkaan ja automaatioon sekä kunnossapitoon liittyvät teemat niin Studia Generalia luentojen muodossa kuin myös ammattilaisille suunnattujen fokuoitujen seminaarien kautta. Hankkeessa pidetty seminaari koettiin tarpeelliseksi ja hyödylliseksi ja jatkossa seminaareja voitaisiin järjestää myös enemmän mekaaniseen kunnossapitoon tai pelkkään automaatioon painottuen. Tämän lisäksi FII alueellisena toimijana voisi ottaa kantaa myös automaation koulutuksen tarpeeseen ja sen mahdolliseen tuottamiseen alueellisesti.

FII:n roolia tutkimustoiminnan edistäjänä alueellisesti voisi ehkä vahvistaakin, ja pohtia erilaisia vaihtoehtoja pitkäjänteisen yhteistyössä tapahtuvan tutkimustoiminnan promoottorina. FII on luonteva foorumi ammattikorkeakoulun ja yliopiston välisen tutkimusyhteistyön kehittämisessä.

Kansallisen metsäosaamiskeskittymäprojektin kautta tutkimustoiminnan organisoitumista tapahtuu valtakunnallisesti. Prosessianalytiikan, automaation ja kunnossapidon tutkimusteemat sopivat selkeästi osaamiskeskusohjelman Kuitu-, energia-, elinkaarikokonaisuuteen, ja ovat siellä olleetkin. Tärkeää onkin löytää ne uudet tutkimusteemat ja yhteistyökumppanit joiden kanssa prosessianalytiikan, automaation ja kunnossapidon teemoista saadaan uusia tutkimushankkeita käyntiin. LTY:n vahvuudet tällä alueella ovat erityisesti kunnossapidon teemoissa, erityisesti sähköteknisten laitteiden kunnossapidossa. Tämän lisäksi erityisesti konenäköön ja hahmontunnistukseen liittyvät teemat selkeästi ovat LTY:n vahvaa osaamiskenttää.

Metsäklusteri Oy valtakunnallisena toimijana on yksi foorumi, jossa tätä yhteistyötä synnytetään. Siellä kokonaisuus Älykkäät prosessit sisältää automaatioon ja prosessianalytiikkaan liittyviä teemoja. LTY:n kannattaa olla tarjoamassa omaa osaamistaan

nimenomaan tähän kokonaisuuteen erityisesti aiemmin keskustelluissa teemoissa, ja omalta osaltaan tätä kautta vahvistaa verkottumista kansallisiin ja kansainvälisiin toimijoihin.

Jos ajatellaan kokonaisuutena prosessianalytiikkaa, automaatiota ja kunnossapitoa, liittyminen alan kansalliseen verkostoon ja vahvoihin, perinteikkäisiin alan toimijoihin on välttämätöntä. Yliopistoista erityisesti TTY, TKK ja OY tuottavat vahvaa tämän alueen tutkimusta. LTY:n rooli tässä yhteistyössä voisi olla erityisesti em. sähkötekniisten laitteiden diagnostiikan tutkimustoiminnassa, konenäkösovelluksissa ja tieteellisessä laskennassa. Mikäli tulevaisuudessa sähkötekniisten laitteiden diagnostiikan tutkimustoiminta laajenee myös prosessilaitteiden diagnostiikkaan ja tähän yhdistetään säätötekniinen osaaminen ja yhteistyötä syntyy paperi- ja prosessitekniikan osaajien kanssa, tämä alue voisi kehittyä myös yhdeksi kiinnostavaksi kokonaisuudeksi. Prosessiautomaation osalta vankka yhteistyö ja oppiminen muiden yliopistojen osaamisesta ovat ensiarvoisen tärkeitä, jotta Kaakkois-Suomen alueen automaatio-osaamiseen saadaan vahvistusta. On muistettava, että erityisesti kunnossapitoon liittyvissä teemoissa tulevaisuuden liiketoimintamallit ovat keskeisessä roolissa, ja tähän kokonaisuuteen LTY:llä tekniikan ja talouden yhdistäjänä on selkeästi paljon annettavaa.





## LÄHDELUETTELO

### Viitattut lähteet

- [1] Saurio S., Karvonen V., Ryyänen K., Julku J., Kaakkois-Suomen teknologiastrategia, Kaakkois-Suomen työvoima- ja elinkeinokeskuksen julkaisuja 10, 2003, 49 s. Saatavissa: [http://www.tekes.fi/julkaisut/Kaakkois-Suomen\\_teknologiastrategia.pdf](http://www.tekes.fi/julkaisut/Kaakkois-Suomen_teknologiastrategia.pdf) [viitattu 16.10.2007]
- [2] Lensu L., Konenäkösovellukset paperiteollisuudessa, Esitysmateriaali, Lappeenrannan teknillisen yliopiston metsäosaamisseminaari, 14.6.2007.
- [3] Oy Keskuslaboratorio – Centrallaboratorium Ab:n kotisivut, <http://www.kcl.fi> [viitattu 16.10.2007]
- [4] Lappeenranta Innovation Oy, <http://www.lprinno.fi> [viitattu 29.9.2007]
- [5] Osaamiskeskusohjelma OSKE, <http://www.oske.net/osaamiskeskukset/kaakkois-suomi/> [viitattu 17.10.2007]
- [6] Pulkkinen Lasse. Haastattelu 25.4.2007.
- [7] Suomen tieteen ja teknologian tietopalvelu, <http://www.research.fi/ajankohtaista/metsaklusteri>, [viitattu 16.10.2007]
- [8] Maailman johtavana metsäklusterina vuoteen 2030, Suomen metsäklusterin tutkimusstrategia, Suomen metsäklusteri ja sen asiakastoimialat, lokakuu 2006, 40 s. Saatavissa: [http://www.metsateollisuus.fi/infokortit/Tutkimus\\_painopisteet/](http://www.metsateollisuus.fi/infokortit/Tutkimus_painopisteet/) [viitattu 16.10.2007]
- [9] Konola J., Mäki K.M., Käyttökokemustiedon keruu ja tietojen hyödyntäminen paperiteollisuudessa, Kunnossapitokoulu, Kunnossapito-lehden erikoisliite, s. 3-8, Kunnossapito, 6/2000.
- [10] Kiiveri J., Kunnossapidon tietojärjestelmät, Kunnossapitokoulu, Kunnossapito-lehden erikoisliite, s. 3-16, Kunnossapito, 5/2000.
- [11] Kivijärvi M., Jämsen M., Blomqvist A., Tuotantoprosessien tehostaminen prosessitietojärjestelmien avulla, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 207-212.
- [12] Viinikkala M., Kuikka S., Web-sovelluspalveluihin perustuvat käynnissäpidon lisäarvopalvelut, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 263-268.
- [13] Kinnunen L., Täsmentyvä diagnostiikka ja suorituskykyseuranta tuovat kilpailukykyä, Automaatioväylä, 4/2005, s. 18-20.
- [14] Sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö KnowPulp 5.0 (12/2006), VTT Tuotteet ja tuotanto.
- [15] Rahkonen R., Automaatio, tietoverkot ja –järjestelmät mullistavat yritysyhteistoiminnan, Kunnossapito, 5/2004, s. 8-10.
- [16] Rahkonen R., Automaatio- ja tietojärjestelmien välinen kommunikaatio, Kunnossapito, 8/2006, s. 37-38
- [17] Hämäläinen T., Tuovatko kenttäväylät lisäarvoa automaatioon, Automaatioväylä, 8/2000, s. 23-25.

- [18] Hakonen M., Kenttäväylät – täsmätietoa kunnossapidolle, Kunnossapito, 1/2004, s. 54-56.
- [19] Lemmetti J., Automaatiojärjestelmien integrointi muihin tietojärjestelmiin, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 365-370.
- [20] Yliniemi L., Sirkka J., Verkon kautta tapahtuva etäsäätö, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 299-304.
- [21] Mäkelä M., Teollisuus-Ethernet verkkoratkaisut automaatio- ja kenttäväyläympäristössä, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 88-94.
- [22] Alatalo J., Kommunikointia ilman rajoja – INTERBUS-kenttäväylän ja Ethernetin avulla, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 349-353.
- [23] Kinnunen L., Käynnissäpidon lisäarvopalvelut tuovat tulevaisuuden kilpailukykyä, Automaatioväylä 5/2006, s. 7-8.
- [24] Kinnunen L., Verkottumisesta voimaa – Konediagnostiikan keskus tehostaa kunnossapitoa, Automaatioväylä 3/2004, s. 34-35.
- [25] Leppäkoski J., Oksanen J., Jaatinen E., Kunnossapidon optimointi parantaa laitoksen luotettavuutta ja suorituskykyä, Automaatioväylä 5/2002, s. 14-15.
- [26] Kaunonen A., Future of Pulp and Paper Mill: Automation Visions, The Pulp and Paper Industry Summer School, Lappeenranta, August 24-26, 2004, Forest Industry Institute, Lappeenranta 2004, cd-rom.
- [27] Helle A., Kunnossapito ja Prognostiikka pitävät koneet käynnissä, Automaatioväylä 5/2006, s. 10-12.
- [28] Rahkonen R., Automaatio nykyaikaisessa paperitehtaassa, Kunnossapito, 4/2004, s. 12-14.
- [29] Niskanen J., Kunnossapidon trendit, Paperi ja Puu, 4/2000, s. 215-218.
- [30] Kinnunen L., Telojen värähtelyt kuriin aktiivisella hallinnalla, Paperi ja Puu 7/2002, s. 452-453.
- [31] Tervo J., Kunnossapidon mittaukset kehittyvät, Kunnossapito 2/2003, s. 34-35.
- [32] Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus – Tekes, <http://www.tekes.fi/ohjelmat/index/etusivu.html> [Viitattu 11.10.2007]
- [33] Tuotanto 2010-projekti, <http://tuotanto2010.vtt.fi/> [Viitattu 16.10.2007]

### **Muut lähteet**

- [34] Kivikunnas S., Keski-Säntti J., Ruuska J., Standardoinnin tarve ja hyödyt tuotantoprosessien suorituskykyjärjestelmissä, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 329-334.
- [35] Pakonen A., Tommila T., Pirttioja T., Appelqvist P., Halme A., Seilonen I., Koskinen K., Agenttitekniologialla jalostetumpaa prosessi-informaatiota, Automaatio 2005

- seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 421-426.
- [36] Syrjälä S., Kuikka S., Ohjelmistoagentit teollisuuden poikkeustilanteiden hallinnassa, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 239-244.
- [37] Tommila T., Kupila K., Poikkeustilanteiden hallinta prosessiautomaatiossa, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 335-340.
- [38] Ervast J., Prosessiautomaation uudet tuulet: jäykistä erillisjärjestelmistä dynaamiseen sovellusverkkoon, Automaatio 1999 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 14.-16.9.1999, Automaatioseura ry, Helsinki, 1999, s. 18-23.
- [39] Hakonen M., Avoimen järjestelmäarkkitehtuurin ominaisuudet, Automaatiöväylä, 8/2000, s. 28-29.
- [40] Kukkonen A., Paperi- ja selluteollisuuden kärkimaana, Automaatiöväylä, 4/2001, s. 36-38.
- [41] Lakka S., Kunnossapitoon liittyvien tietojärjestelmien integrointi, Kunnossapito 6/2004, s.44-47.
- [42] Leppäkoski J., Oksanen J., Jaatinen E., Uusitalo M., Joronen T., Optimoivat voimalaitoksen elinkaari, Kunnossapito, 10/2002, s. 22-26.
- [43] Salo K., Kunnossapito automatisoituu, Automaatiöväylä, 5/2001, s. 21-23.
- [44] Maja M., Tehdasinformaatiojärjestelmät parantavat päätöksentekoa, Automaatiöväylä, 3/2001, s. 26-28.
- [45] Hiltunen H. J., Automaation kehityssuuntia maailmalta, Automaatio 1999 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 14.-16.9.1999, Automaatioseura ry, Helsinki, 1999, s. 24-29.
- [46] Kangas M., Koskinen K., Yrjölä P., VETO-Verkottuneen tuotannon ohjaus, Kunnossapito, 5/2006, s. 14-17.
- [47] Pirttioja T., Appleqvist P., Halme A., Seilonen I., Koskinen K., Agenttiteknologialla älykkyyttä hajautettuun prosessinohjaukseen, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 335-340.
- [48] Leiviskä K., Control systems, Process control, Paper making science and technology, Book 14, Leiviskä K. (ed.), Fapet Oy, Jyväskylä 1999, s. 13-17.
- [49] Tommila T., Hirvonen J., Peltoniemi J., Jaakkola L., Peltola J., Sierla S., Koskinen K., Maantieteellisesti hajautettu monitorointi- ja ohjausjärjestelmä, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 147-152.
- [50] Äly – Älykkäät automaatiojärjestelmät, Loppuraportti, Helsinki 2005, Tekes, Julkaisu 2005-4, 182 s.
- [51] Paunonen S., Saarela O., Ritala R., Automatic process diagnostics, Espoo 1999, VTT Symposium, Julkaisu 196, Käyttöturvamus ja käyttökunnan hallinta, 154 s.
- [52] Vänni P., Prosessin analysointi ja häiriöiden hallinta paperikoneympäristössä, Automaatio 1999 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 14.-16.9.1999, Automaatioseura ry, Helsinki, 1999, s. 424-429.

- [53] Happonen H., Kangas P., Friman M., Harju T., Hietanen V., Kaunonen A., Tarvelähtöinen prosessi- ja laitediagnostiikka, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 323-328.
- [54] Mäkelä M., Missä mennään metsäteollisuuden automaatioissa, Kunnossapito, 5/2006, s. 24-29.
- [55] Jantunen E., Voiko pyörivien koneiden jäljellä olevaa elinikää ennustaa?, Kunnossapito, 7/2005, s. 49-55.
- [56] Friman M., Uusi menetelmä yksikköprosessien ja kenttälaitteiden kunnonvalvontaan, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 477-482.
- [57] Mäki K., M., Lakka P., Liukkonen M., Etädiagnostiikka huoltopalvelun työkaluna, Paperi ja Puu, 4/2000, s. 220-222.
- [58] Kiiveri J., Viertävä J., Tunnusluvut ohjaamaan kunnossapidon tavoitteiden saavuttamista, Kunnossapito, 2/2005, s. 32-33.
- [59] Lahdelma S., Koneiden kunnon toteamisesta, Kunnossapito, 10/2002, s. 29-32.
- [60] Maja M., Aikasarjahistoria on prosessiteollisuuden etädiagnostiikkajärjestelmä, Automaatioväylä, 3/2003, s. 33-34.
- [61] Nurmi M., Valvo ja operoi – etäältä, Automaatioväylä, 3/2003, s. 36
- [62] Saarikallio M., Jokela M., Seminaariesitelmä: Automaattisen etäkunnonvalvonnan menetelmät, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 403-407.
- [63] Käsälä K., Korhonen P., Uudet teknologiat, vastaus optimoinnin-, diagnostiikan-, etähallinnan haasteisiin, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 427-432.
- [64] Jämsä-Jounela S-L., Painesuodattimen etävikadiagnostiikkajärjestelmä, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 469-474.
- [65] Happonen H., Nissinen A., Koironen J., Future Care – asiantuntijaverkoston uusi ulottuvuus, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 431-436.
- [66] Klemola K., Turunen I., State of Mathematical Modelling and Simulation in the Finnish Process Industry, Universities and Research Centers, Helsinki 2001, Tekes, Julkaisu 2001-107, 83 s.
- [67] Aaltonen T., Uudet teknologiat ja järjestelmät dynaamisen simuloinnin kokonaisvaltaisen käytön edistäjinä, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 337-342.
- [68] Koskinen T., Paunonen H., Nieminen M., Oksanen J., Kovalainen M., Collaboration and Interaction Functions of Future Process Control Systems, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 287-292.
- [69] Kivikunnas S., Koskinen J., Lähdemäki R., Korhonen R., Prosessin suorituskyky esiin, Automaatioväylä, 3/2003, s. 42-43.

- [70] Saarikko M., Uusi online-laite prosessien seurantaan, Paperi ja Puu, (2005)8, s. 490-492.
- [71] Ylöstalo T., Siika-Aho M., Raaska L., Mikrobiongelmat paperikoneella – miten mitata, mallittaa ja hallita?, Automaatioväylä, 3/2001, s.12-15.
- [72] Paavola A., Future Visions of Paper Sensor Technology, The Future of Pulp and Paper Industry Summer School, Lappeenranta, August 24-26, 2004, Forest Industry Institute, Lappeenranta 2004, cd-rom.
- [73] Halmevaara Kalle, Hyötyniemi H., Simulointiavusteinen prosessien suorituskyvyn optimointi – Iterative Regression Tuning, Automaatio 2005 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 6.-8.9.2005, Automaatioseura ry, Helsinki, 2005, s. 171-176.
- [74] Heikkinen P., Harju T., Kreivi M., Prediktiivisen PID säätimen virittäminen FF kenttäväylässä, Automaatio 1999 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 14.-16.9.1999, Automaatioseura ry, Helsinki, 1999, s. 196-201.
- [75] Friman M., Välisuo M., Kunnas A., Ikonen K., Käytännön kokemuksia säädön suorituskyvyn seurannasta, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s.156-161.
- [76] Airikka P., Marttinen A., Ketonen M., Historiatietoon perustuva säädön suorituskyvyn seuranta ja raportointi, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 382-387.
- [77] Airikka P., PID Control and It's Performance Assessment, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 217-222.
- [78] Jämsä-Jounela S-L., Poikonen R., Vatanski N., Rantala A., Säättöjen suorituskykyindeksien monitorointiohjelman suunnittelu ja toteutus, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 459-464.
- [79] Karttunen J., Konenäkö yleistyy tuotantoautomaatiossa, Kunnossapito, 5/2005, s. 8-11.
- [80] Kaavinen J., Miten sähköinen ja konenäkötestaus ovat muuttuneet viimeisten vuosien aikana ja mihin nyt ollaan menossa, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, 2003, s. 419-422.
- [81] Soini A., Konenäkö integroituu tuotantojärjestelmiin, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 82-87.
- [82] Karttunen J., RFID ja konenäkö auttavat tunnistamaan, Kunnossapito, 5/2006 s. 5-8.
- [83] Marttila R., Pieni on suurta – poikkitieteellinen nanoteknologia tekee läpimurtoa, Paperi ja Puu (2003)3, s. 132-133.
- [84] Seppä H., Mikromekaaniset anturit, Automaatio 1999 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 14.-16.9.1999, Automaatioseura ry, Helsinki, 1999, s.13-17.
- [85] Korhonen I., Teollisuuden langaton kommunikointi: Case Bluetooth, Automaatio 2001 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 4.-6.9.2001, Automaatioseura ry, Helsinki, 2001, s. 100-109.
- [86] Lucan V., Simacek P., Seppälä J., Koivisto H., Bluetooth and Wireless LAN Applicability for Real-Time Control, Automaatio 2003 seminaaripäivät, Helsingin messukeskus 9.-11.9.2003, Automaatioseura ry, Helsinki, s. 35-40.



**Asiantuntijahaastattelujen ”tukisanalista”**

1. Mitkä ovat **tulevaisuuden haasteet/muutospaineet prosessien ja prosessilaitteiden automaatiassa ja käynnissäpidossa?**
  - Ulkoistamisen aiheuttamat haasteet?
  - Tuotanto- ja laatuvaatimukset?
  - Uudet esim. sivuvirroista valmistettavat tuotteet?
  - Onko metsäteollisuudella kykyä ja halua ottaa käyttöön uutta teknologiaa?
  - Muut muutospaineet?
2. **Automaation ja käynnissäpidon aihepiirit ja niiden tärkeys tutkimuskentässä?**
  - Onko tarvetta/tärkeää tehdä näihin aihepiireihin panostavaa tutkimusta tällä hetkellä vai onko sitä jo liikaakin?
  - Mitkä ovat niitä aihepiirejä, joita kannattaa tutkia?
  - Mitkä ovat näkemyksenne mukaan alueita, joilla yliopistossa tehtävä tutkimus voi alaa hyödyttää parhaiten:
    - Menetelmä- ja teknologiakehitys
    - Menetelmien ja teknologioiden soveltaminen
    - Datan jalostaminen informaatioksi ja edelleen tietämykseksi
    - Operaattoritason työkalut
    - Selvitykset ja ongelmanratkaisu
3. **Tutkimustoiminnan organisointi**
  - Millainen työnjako tutkimushankkeissa olisi yliopiston ja yrityksen tutkimusorganisaation välillä?
4. Millä tavoin organisaatiossanne **tutkimustoiminta ulkopuolisten tahojen kanssa on koordinoitu ja millaisia rahoitusmuotoja on käytetty tai voitaisiin käyttää?**
  - Keiden toimijoiden kanssa on ollut yhteistyötä perinteisesti?
  - Ketkä koordinoivat tutkimustoimintaa ja erityisesti tällä alueella?
  - Ketkä päättävät tutkimusrahoituksen myöntämisestä?
  - Mahdolliset yhteistyörakenteet ja rahoitusmuodot:
    - Kahdenväliset: esim. metsäteollisuusyritys + yliopisto; laite-toimittaja + yliopisto etc.
    - julkiset tutkimushankkeet: Yliopistovetoiset, mukana useita (kilpaileviakin) eri alojen toimijoita
    - Yritysvetoiset tutkimushankkeet: Yrityksen vetämä, yhteistyössä mukana yliopistot ja muut tutkimuslaitokset





**Selvitystyössä haastatellut henkilöt**

Ahola, Jero	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Ehrling, Jari	Metso Automation
Forsman, Kimmo	ABB Service
Hämäläinen, Veikko	Stora Enso
Jaakkola, Pirjo	Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu
Jokela, Veikko	Stora Enso
Jokiranta, Jani	UPM
Kahala, Jarmo	Savcor
Kangas, Heikki	Stora Enso
Kapanen, Jari	Andritz
Koskela, Kari	Kaakkos-Suomen TE-keskus
Kosonen, Mika	UPM
Kuisma, Keijo	Andritz
Käyhkö, Jari	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Lahdenperä, Esko	Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu
Lappalainen, Heikki	Andritz
Larvio, Matti	Stora Enso
Lautala, Pentti	Tampereen teknillinen yliopisto
Lempiäinen, Juha	Botnia Mill Services
Majanne, Yrjö	Tampereen teknillinen yliopisto
Myller, Tommi	Stora Enso
Myllykangas, Janne	Stora Enso
Mäkelä, Merja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Männynsalo, Jarkko	Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu
Määttänen, Ari-Pekka	Stora Enso
Oksanen, Juha	Stora Enso
Ora, Markku	UPM
Peltonen, Heikki	Vipetec
Puhakka, Jukka	Metso Automation
Pulkkinen, Lasse	Kaakkois-Suomen Osaamiskeskus
Pulkkinen, Pertti	Stora Enso
Pyrhönen, Olli	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Ritala, Risto	Tampereen teknillinen yliopisto
Romppainen, Juha	Botnia Mill Services
Ruohoniemi, Kimmo	Stora Enso
Räsänen, Jari	Stora Enso
Silenius, Seppo	Andritz
Sonni, Hannu	Stora Enso
Soukka, Risto	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Svensson, Casimir	Andritz
Tahvanainen, Erkka	Metsä Botnia
Tanskanen, Aulis	Fortek
Tirri, Tapio	Mikkelin ammattikorkeakoulu/YTI
Toivonen, Matti	Metsä Botnia
Toukonen, Jukka	ABB Service
Tuuri, Sami	Andritz
Tynninen, Janne	UPM
Törönen, Marjo	Stora Enso

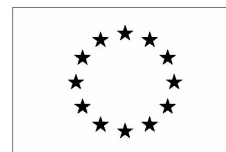


## **Metsäteollisuuden prosessien ja automaation diagnostiikka ja kunnossapito**

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Ylioppilastalon auditorio

Torstai 27.9.2007 klo 12.00 – 16.00



### **Seminaariohjelma:**

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>12.00 Seminaarin avaus</b><br/><i>Professori Olli Pyrhönen</i><br/>LTY</p> <p><b>12.10 LTY:n metsästrategia ja metsäteollisuuteen liittyvä tutkimus ja opetus LTY:ssä</b><br/><i>Vararehtori Ilkka Pöyhönen</i></p> <p><b>12.35 Metsäteollisuus Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulun strategisena painopistealueena</b><br/><i>Koulutusjohtaja Antti Lehmusvaara</i><br/>EKAMK</p> <p><b>12.50 Mittausinformaatio ja kunnossapidon päätöksenteko</b><br/><i>Professori Risto Ritola</i><br/>TTY</p> <p><b>13.10 Sellutehtaan Optimoivien säätöjen elinkaari palvelut</b><br/><i>Business Manager Jukka Puhakka</i><br/>Metso Automation Oy</p> <p><b>13.30 Mittausdatan hyödyntäminen prosessien diagnostisoinnissa ja kunnossapidossa</b><br/><i>Principal Consultant Jarmo Kahala</i><br/>Savcor Forest Oy</p> <p><b>13.50 Tuotteet ja palvelut sellutehtaan käynnissäpidon ja tehokkuuden kehittämisessä</b><br/><i>Product Manager Jari Kapanen</i><br/>Andritz Oy</p> | <p><b>14.10 Kahvi</b></p> <p><b>14.30 Kunnossapidon organisointi: kokemuksia ja haasteita</b><br/><i>Yksikön päällikkö Juha Romppainen</i><br/>Oy Botnia Mill Service Ab</p> <p><b>14.50 Metsäteollisuuden automaatioon liittyvä tutkimus, liiketoiminta ja tutkimusrahoitus</b><br/><i>Teknologia-asiantuntija Kari Koskela</i><br/>Kaakkois-Suomen TE-keskus/Tekes</p> <p><b>15.10 Kunnossapidon täydennyskoulutus LTY:ssä</b><br/><i>Koulutussuunnittelija Kari Luostarinen</i><br/>Lappeenrannan teknillinen yliopisto,<br/>Koulutus- ja kehittämiskeskus</p> <p><b>15.25 Metsäklusterin tutkimusverkosto-projekti</b><br/><i>Projektipäällikkö Kati Pöllänen</i><br/><i>Professori Riku Pöllänen</i><br/><i>Professori Jero Ahola</i><br/>LTY</p> <p><b>15.50 Loppukeskustelu</b></p> <p><b>16.00 Seminaarin päätös</b></p> |
|--|--|

