

# Kone- ja metallialan koulutuksen laadullinen ennakointi

Hannu Hernesniemi\*

\* Etlatieto Oy, hannu.hernesniemi@etlatieto.fi

Opetushallituksen toimeksiannosta laadittu taustaselvitys alan kehitykseen ja osaamistarpeisiin vaikuttavista muutostekijöistä.

ISSN 0781-6847



## Sisällysluettelo

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | Tiivistelmä  | 2         |
| <b>1</b> | <b>Johdanto</b>  | <b>3</b>  |
|          | 1.1 Ennakointiselvityksen tausta ja tavoitteet   | 3         |
| <b>2</b> | <b>Ennakoinnin lähestymistavat ja menetelmät</b>   | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>Kone- ja metallialan määrittely, alan koko ja viimeaikainen kehitys</b>                       | <b>5</b>  |
|          | 3.1 Alan määrittely  | 5         |
|          | 3.2 Kone- ja metallialan koko ja kehitys   | 6         |
| <b>4</b> | <b>Keskeiset tulevaisuuden osaamisalueet ja kehitystrendit</b>                                   | <b>11</b> |
|          | 4.1 Osaamisalueiden ja kehitystrendien määrittely  | 11        |
|          | 4.2 Keskeisten osaamisalueiden analyysit   | 16        |
| <b>5</b> | <b>Rajapinnat klustereihin ja lähitoimialoihin</b>   | <b>34</b> |
| <b>6</b> | <b>Yhteenveto ja johtopäätökset</b>  | <b>35</b> |
|          | Liite 1: Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden ammattirakenteet ja niiden muutos vuosina 2000–2009 | 37        |
|          | Liite 2: Esimerkki yrityksen oppilaitosyhteistyöstä  | 38        |
|          | Lähdeluettelo  | 40        |

## **Tiivistelmä**

Kone- ja metallituoteteollisuus työllistää noin 130 000 henkilöä Suomessa ja lisäksi noin 100 000 henkilöä suomalaisten yritysten ulkomaisissa tytäryhtiöissä. Tässä raportissa keskitytään alan ammatillisen koulutuksen (ammattioppilaitokset ja ammattikorkeakoulut) laadulliseen eli sisällölliseen ennakointiin. Lähtökohtana oli suhteellisen runsas tutkimusaineisto alan työtehtävien ja toimintojen tulevista muutoksista, mikä on listattu lähdeluettelossa. Näistä tutkija ja alan koulutustoimikunta määrittivät viisi tärkeintä tulevaisuuden osaamisaluetta ja niihin liittyvät kehitystrendit, jotka ovat seuraavat: i) asiakasosaaminen, jossa ratkaisukeskisyysellä ja syvällisellä asiakasymmärryksellä synnytetään asiakkaalle lisäarvoa, ii) tutkimus ja tuotekehitys, joiden merkitys yritysten toiminnassa jatkuvasti kasvaa, iii) kansainvälistyminen tuotantoverkkojen globalisoituessa ja varsinkin johtavien yritysten pyrkiessä hoitamaan tuotantoa ja markkinointia maanosakohtaisesti, iv) tietotekniikka ja automaatio älyn lisääntyessä koneissa ja automaation prosesseissa sekä v) energia- ja ympäristöosaaminen, koska nimenomaan näillä aloilla syntyy uutta liiketoimintaa. Muiden alojen kanssa on syytä tulevaisuudessa lisätä koulutusyhteistyötä ICT:n soveltamisessa koneisiin, esineisiin ja teollisiin prosesseihin, hankintatoimen opetuksessa sekä kansainvälisen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (T&K&I) vaatimien taitojen kuten kielten, kulttuurien ja markkinoiden opettamisessa. Tämä on esitutkimus. Jatkossa suositellaan käytettäväksi systemaattista analyysiä, jossa alan tärkeimmät työtehtävät kartoitetaan, niiden toistuvuus ja tärkeys selvitetään kyselyllä. Tämän tuloksena saadaan esille keskeiset työkokonaisuudet ja alan ammattiprofiilit. Alan asiantuntijavoimin voidaan arvioida näissä tapahtuvia muutoksia. Tämän tiedon avulla voidaan suunnitella tulevaisuuden opetussuunnitelmia ja kehittää opettajakoulutusta niin, että uusiin vaatimuksiin voidaan opetuksessa vastata.

**Asiasanat:** Kone- ja metallituoteteollisuus, koulutus, laadullinen ennakointi

**JEL:** L61, L62, L64, I25, O30

## **Abstract**

Machinery and metal products industry employs about 130,000 people in Finland and another 100,000 people in foreign subsidiaries of Finnish companies. This report focuses on this sector's qualitative or substantive projections for vocational education and training (vocational schools and polytechnics). The starting point was a relatively rich body of research studies on future changes in the sector's job tasks and functions, which are listed in the bibliography. Based on these studies the researcher and the training committee identified the five most important future areas of expertise and related trends, which are as follows: i) customer know-how, where solution orientation and deep understanding of clients generate value for clients, ii) research and development, the importance of which is continually growing in their operations iii) the internationalization of production networks in the wake of globalization as especially leading companies seeking to manage production and marketing on a continent-by-continent basis, iv) information technology and increasing automation of intelligence in machines and automation processes, and v) energy and environmental expertise, because it is precisely these areas that will spawn new businesses. In the future educational co-operation with other sectors should be increased regarding the application of ICT to machinery, goods, and industrial processes, teaching of procurement and skills required in international research, development and innovation (RDI), such as teaching of languages, cultures and marketing. This is a pilot study. In the future a systematic analysis should be carried out based on surveys designed to pinpoint the sector's main job tasks, their frequency and importance. The result of this study would be the specification of the main job categories and job profiles of professionals in this field. Experts in this sector could be asked to assess the changes going on in these areas. This information can be used to plan the future development of curricula and teacher training so that the new educational demands can be met.

**Key words:** Machinery and metal products industry, education and training, qualitative projections

**JEL:** L61, L62, L64, I25, O30

# 1 Johdanto

## 1.1 Ennakointiselvityksen tausta ja tavoitteet

Opetushallitus käynnisti vuoden 2011 lopussa koulutuksen laadullisten ennakoitiselvitysten teon. Kone- ja metallialan laadullisen ennakoinnin esiselvitys annettiin Etlätiedon tehtäväksi. Laadullisessa ennakoinnissa on kyse alan yritystoiminnan muutosten ja alan eri työtehtävien ja vaadittavan osaamisen ennakoinnista. Määrällisessä ennakoinnissa puolestaan pyritään ennakoimaan sitä, kuinka paljon osaajia ala kokonaisuudessaan ja sen eri tehtäväalueet tarvitsevat. Laadullinen ja määrällinen ennakointi kietoutuvat toisiinsa – täydentävät toisiaan. Esimerkkinä tästä on erilaisten tehtävien työvoimamäärän kehitys, joka samalla antaa tietoa alan sisällöllisestä muutoksesta.

Selvityksen tekemisestä on vastannut tutkimusjohtaja Hannu Hernesniemi. Hän on raportoinut selvityksestä kone- ja metallialan koulutustoimikunnalle. Sen puheenjohtaja Lasse Ala-Kojola, sihteeri Seppo Valio ja koulutustoimikunnan jäsenet ovat eri vaiheissa kommentoineet työtä. Itse asiassa osa raportista koostuu tutkijan ja koulutustoimikunnan jäsenten interaktiivisesta työskentelystä. Koulutustoimikunnan jäsenet asettivat tutkijan eri selvityksistä esiin nostamia kehitystrendejä tärkeysjärjestykseen sekä kommentoivat niiden vaikutuksia alaan ja sen koulutukseen.

Ennakointihankkeessa:

- koostetaan ja analysoidaan käytettävissä oleva kone- ja metallialan ennakoititieto mukaan lukien muu relevantti ennakointiin liittyvä aineisto
- tunnistetaan alan kehitystrendien avulla kilpailukyvyn kannalta keskeiset toiminnot ja osaamiset sekä tekniikoita/teknologioita ja mahdollisuuksien mukaan niiden osaamistarpeita
- tunnistetaan mahdolliset puuttuvat ja/tai täydennystä vaativat ennakoinnin osa-alueet ja niillä vaadittavat panostukset
- tarkastellaan tarpeellisin osin myös ennakoitavien toimialojen rajapintoja toisiin toimialoihin
- tarkastellaan erikseen yleiset osaamisalueet, kuten teknologiaosaaminen, ICT-osaaminen, verkosto-osaaminen, palveluosaaminen, kansainvälisyysosaaminen ja ympäristöosaaminen sekä yrittäjyys- ja liiketoimintaosaaminen.

Työn pohjana käytetään varsin laajaa kirjallisuutta, joka koostuu keskeisiltä osin Teknologia-teollisuus ry:n, Elinkeinoelämän keskusliiton, TEK:n, ETLAn, Tekesin ja alan osaamiskeskusten sekä klusterin kehitysyhtiön, FIMECCin aineistosta. Näitä on täydentänyt edellä mainittu interaktiivinen työskentely.

Projektiin käytettävissä olleiden resurssien ja työajan puitteissa kyse on esiselvityksestä. Sillä toivottavasti kuitenkin annetaan eväitä laadullisen ennakoinnin syventämiselle jatkossa.

Selvitystyö tehtiin joulukuun alun 2011 ja huhtikuun lopun 2012 välisenä aikana. Loppuraporttia esiteltiin ja siitä keskusteltiin koulutustoimikunnan kokouksessa toukokuussa 2012. Koulutustoimikunnan kommentit on otettu huomioon loppuraportissa.

## 2 Ennakoinnin lähestymistavat ja menetelmät

Tässä selvityksessä käytetään hyväksi suhteellisen runsasta alan kehityksestä tehtyä ennakointityötä. Tehdyt raportit voidaan erotella kolmeen erilaiseen kategoriaan:

- Alaan liittyvä talous- ja liiketaloustieteellinen kirjallisuus, jossa selvitetään alan muutoksia kilpailukyvyyn, alan yritysten strategioiden ja alan organisoitumisen näkökulmasta.
- Tuotantotalouden näkökulmasta mennään syvemmälle – analysoidaan muutoksia yritysten sisäisissä toiminnoissa, teknologioissa ja osaamisessa ml. uuden työvoiman rekrytointitarpeet.
- Tulevaisuudentutkijoiden ja muiden tulevaisuuteen orientoituneiden näkökulma on laajempi. Katsotaan, mitkä ovat kehityksen megatrendit (väestön ikääntyminen, ilmastomuutos, resurssien hupeneminen) ja mitä vaikutuksia niillä on eri toimialoille.

Näihin eri luokkiin laskettavissa olevia raportteja on selvityksen lähdeaineiston joukossa ja toisaalta monessa raportissa on kaikkia näitä näkökulmia. Raporttien analysointi on ns. kirjoituspöytätyötä, jota valtaosa tutkimuksesta on. Lisäarvo tulee siitä, että analyysillä on selvä käyttötarkoitus – suodataa tietoa tiiviiksi ja käyttökelpoiseksi koulutuksen sisällön suunnitteluun.

Toinen ennakoinnin menetelmä on interaktiivinen työskentely koulutustoimikunnan kanssa, jossa on edustettuna yrityksissä ja oppilaitoksissa sekä alan järjestöissä toimivia henkilöitä. Heidän asiantuntemustaan käytetään eri kehitystrendien arvottamiseen – tärkeysjärjestykseen asettamiseen. Tämän perusteella valitaan ne kehitystrendit, joita raportissa tarkemmin analysoidaan.

Arviot kehitystrendeistä perustuvat vakavaan tutkimustyöhön. Silti niihin luonnollisesti liittyy runsaasti epävarmuutta, koska tulevaisuuden ennakoinnissa ei ole kyse mistään eksaktista tieteenalasta. Sitä paitsi hienoa yritystoiminnassa ja siihen liittyvässä yhteiskunnan päätöksenteossa on se, että erilaisilla strategioilla, toimintatavoilla ja teknologiavalinnoilla voi menestyä. Ei ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa suuntaa.

Selvityksessä käytettyä kehitystrendien arvottamista voidaan tulevaisuudessa kehittää ns. Q-menetelmän suuntaan. Lyhyesti kerrottuna menetelmä on seuraava:

- Valitaan lähtökohdaksi hyvin erilaisia, perusteltuja, toisistaan poikkeavia kehitystrendejä.
- Valitaan rajattu määrä erilaisia alaa tuntevia ja jopa toisten alojen edustajia laittamaan ne järjestykseen sen mukaan ovatko he kehitystrendeistä samaa tai eri mieltä. Arvottamisessa käytetään ns. prefer-vertailua<sup>1</sup>, jossa kutakin kahta kehitystrendiparia verrataan toisiinsa, mikä on erittäin voimakas menetelmä.
- Vastaukset on sovitettava pakotettuun jakaumaan, esimerkiksi normaalijakaumaan, jolloin saadaan tilastollisesti hyvät ominaisuudet.
- Näin järjestetyistä vastauksista selvitetään faktorianalyysin avulla asiantuntijoiden erilaiset, perustavalaatuiset näkemykset – faktorit – siitä, mihin eri suuntiin koulutusta voidaan kehittää.
- Näistä sitten alan edistyneimpien yritysten, koulutuksen ja tutkimuksen asiantuntijat valitsevat ne suunnat, johon koulutusta kehitetään.

<sup>1</sup> Prefer on suomeksi pitää parempana.

Kehittämisenarvoinen menetelmä varsinkin toisen asteen kone- ja metallialan koulutuksen kehittämisessä on Hollannissa käytössä ollut menetelmä, jota on kokeiltu Suomessa Opetushallituksen Opaq-projektissa.<sup>2</sup> Siinä analysoidaan alan rakenne, kartoitetaan eri työtehtävät sekä edustavalla otoksella kysytään alan henkilöstöltä, kuinka usein he suorittavat työtehtäviä ja kuinka tärkeitä ne ovat heidän työssään. Tämän avulla saadaan selville työn osa-alueet, joihin voidaan räätälöidä koulutusmoduuleja. Samoin saadaan selville alan erilaiset ammattiprofiilit sen mukaan, miten työn eri osa-alueet painottuvat.

Niin sanotussa rikastamismenetelmässä alan edistyneimpien asiantuntijoiden, yritysten ja oppilaitosten avulla pyritään selvittämään eri osa-alueiden muutoksia ja niiden merkityksen kehittymistä ammattiprofiileissa tulevaisuudessa. Tulevaisuusperiodi on vähintään se ajanjakso, jona vaadittava opettajien koulutus tai täydennyskoulutus voidaan tehdä ja opetuksen sisältöä uudistaa.

Tätä menetelmää voidaan käyttää myös ammattikorkeakoulutuksen ja miksei myös alueiden tarpeita palvelevan yliopistokoulutuksenkin uudistamisessa. Tällöin menetelmää käytetään alueen voimakkaiden klustereiden ja niiden työtehtävien analysointiin. Tuloksesta otetaan oppia korkeakoulun opetuksen sisällön suunnitteluun niin, että se parhaalla mahdollisella tavalla palvelisi alueen elinkeinoelämän kilpailukyvyn kehittämistä.

Näitä menetelmiä on syytä vähintään kokeilla tulevassa ennakointityössä. Q-menetelmää ei ole aiemmin käytetty. Se ottaa huomioon tulevaisuuden mahdollisuuksien moninaisuuden ja olisi siten kokeilemisen arvoinen.

Hollannin menetelmä on menetelmällisesti kehittynyt ja siinä on sovittu selvät pelisäännöt sekä velvollisuudet eri osapuolten (työnantajat, työntekijät, koulutuksen tarjoajat ja julkinen valta) kesken. Siitä on runsaasti kokemuksia käytettävissä. Se voisi olla sellaisenaan siirrettävissä ja sovellettavissa (vrt. teknologiansiirtoprosessi), vaikka toimialat ovat Suomessa rakenteeltaan ohuimmat.

### **3 Kone- ja metallialan määrittely, alan koko ja viimeaikainen kehitys**

#### **3.1 Alan määrittely**

Tutkittava ala määriteltiin siten, että se kattaa kone- ja metallialan keskeiset toimialat sekä eräitä muita näihin joko tuotteiden ja/tai valmistuksen samankaltaisuuden takia rinnastettavia aloja ja kone- ja metallituotealaan liittyviä palvelualoja. Alat on esitetty taulukossa 1 vuoden 2008 ja vuoden 2002 toimialaluokitusten mukaisina.

Luokitus ei ole aivan sama kuin koulutustoimikuntien jako. Mukaan on otettu ja on syytä ottaa myös sähkötekninen teollisuus, joka suurelta osalta on hyvin samanlaista kuin koneteollisuus ja sen tuotteita käytetään panoksina koneteollisuudessa. Tulevaisuudessa voidaan kysyä, pitäisikö määritelmään laskea myös elektroniikkateollisuus ja tietotekniikka, koska niiden osuus alan tuotteissa kasvaa jatkuvasti.

<sup>2</sup> Ks. Hernesniemi, Hannu ja Visanti, Marja-Liisa (2002). How to Define Occupational Content and Job Profiles. A Dutch Method Applied to Two Finnish Industries.

| <b>Taulukko 1 Kone- ja metallialan määrittely toimialaluokituksen mukaan</b> |  |                 |  |
|--|--|-----------------|--|
| <i>TOL 2008</i>  | <i>Toimiala</i>  | <i>TOL 2002</i> | <i>Toimiala</i>  |
| 25   | Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)             | 28              | Metallituotteiden valmistus pl. koneet ja laitteet   |
| 27   | Sähkölaitteiden valmistus  | 31              | Muu sähkökoneiden ja -laitteiden valmistus, paitsi   |
| 28   | Muiden koneiden ja laitteiden valmistus                          | 33              | Lääkintäkojeiden, hienomekaanisten kojeiden ja optisten instrumenttien sekä kellojen valmistus |
| 29   | Moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus | 29              | Koneiden ja laitteiden valmistus   |
| 30   | Muiden kulkuneuvojen valmistus                                   | 34              | Autojen ja perävaunujen valmistus  |
| 33   | Koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus                | 35              | Muu kulkuneuvojen valmistus  |
| 71127  | Kone- ja prosessisuunnittelu                                     | 50201           | Moottoriajoneuvojen huolto ja korjaus  |
| 71129  | Muu tekninen palvelu, osittain                                   | 73103           | Tekniikan tutkimus ja kehittäminen, osittain   |
| 712  | Tekninen testaus ja analysointi, osittain                        |                 |  |

Myös palvelujen kasvava merkitys alalla luo paineita laajentaa toimialamäärittelyä. Huolto ja kunnossapito ovat palveluita, joissa monet työtehtävät ovat samanlaisia kuin tuotteiden valmistuksessa. Tuotteita valmistavat yritykset ovat voimakkaasti laajentuneetkin huoltoon ja kunnossapitoon. Mutta monet muutkin palvelut lisääntyvät yritysten sisällä, esimerkiksi ohjelmointi, alan teknistä tuntemusta vaativa myynti, hankinta jne. Näin luokitus ei kokonaisuudessaan kata kone- ja metallialan henkilöstöä.

### 3.2 Kone- ja metallialan koko ja kehitys

Kone- ja metallialalla työskenteli runsaat 129 000 henkilöä vuonna 2010. Yrityksiä alalla oli 11 400. Isoimmat toimialat ovat koneiden ja laitteiden valmistus (44 600 henkilöä), metallituotteiden valmistus (36 200), koneiden ja laitteiden korjaus (16 600) ja kone- ja prosessisuunnittelu (11 300 henkilöä). Keskimääräinen yrityskoko on melko pieni, liikevaihdon keskiarvo on 2,3 miljoonaa euroa. Koneita valmistavien yritysten liikevaihdon keskiarvo on kuitenkin 9,2 miljoonaa euroa.

Sähkölaitteita valmisti vuonna 2010 16 500 henkilöä runsaassa 400 yrityksessä, joiden keskiarvoliikevaihto oli 10,5 miljoonaa euroa. Jos sähkötekninen teollisuus laskettaisiin mukaan kone- ja metallituoteteollisuuden henkilöstön määrä on lähes 146 000 yhteensä runsaassa 11 800 yrityksessä.

Näissä luvuissa eivät ole mukana julkisella sektorilla alan parissa työskentelevät, kuten opettajat ja tutkimushenkilöstö, jotka luonnollisesti kuuluvat alaan.

| <b>Taulukko 2 Kone- ja metallituoteteollisuus ja alan palvelut vuonna 2010</b> |   |                  |                    |                        |                   |                               |                          |
|--|---|------------------|--------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <i>TOL</i>   | <i>Toimiala</i>   | <i>Yrityksiä</i> | <i>Henkilöstöä</i> | <i>Liikevaihto, M€</i> | <i>Palkat, M€</i> | <i>Liikevaihto/henkilö, €</i> | <i>Palkat/henkilö, €</i> |
| 25   | Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)    | 4 753            | 36 227             | 5 653                  | 1 216             | 156 039                       | 33 572                   |
| 28   | Muiden koneiden ja laitteiden valmistus                 | 1 501            | 44 644             | 13 760                 | 1 916             | 308 218                       | 42 908                   |
| 29   | Moottoriajoneuvojen, perävaunujen valmistus             | 259              | 5 703              | 1 173                  | 206               | 205 602                       | 36 169                   |
| 30   | Muiden kulkuneuvojen valm.                              | 395              | 9 230              | 1 434                  | 317               | 155 363                       | 34 373                   |
| 33   | Koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus       | 2 294            | 16 559             | 1 961                  | 618               | 118 427                       | 37 341                   |
| 71127  | Kone- ja prosessisuunnittelu                            | 1 382            | 11 311             | 1 481                  | 532               | 130 894                       | 47 010                   |
| 71129  | Muu tekninen palvelu                                    | 432              | 1 499              | 149                    | 53                | 99 720                        | 35 354                   |
| 712  | Tekninen testaus ja analysointi                         | 397              | 4 165              | 470                    | 173               | 112 952                       | 41 608                   |
|  | <b>Kone- ja metallituoteteollisuus ja alan palvelut</b> | <b>11 413</b>    | <b>129 338</b>     | <b>26 081</b>          | <b>5 032</b>      | <b>201 650</b>                | <b>38 904</b>            |
| 27   | Sähkölaitteiden valmistus                               | 424              | 16 524             | 4 456                  | 708               | 269 663                       | 42 866                   |
|  | <b>Yhteensä</b>   | <b>11 837</b>    | <b>145 862</b>     | <b>30 537</b>          | <b>5 740</b>      | <b>209 355</b>                | <b>39 352</b>            |

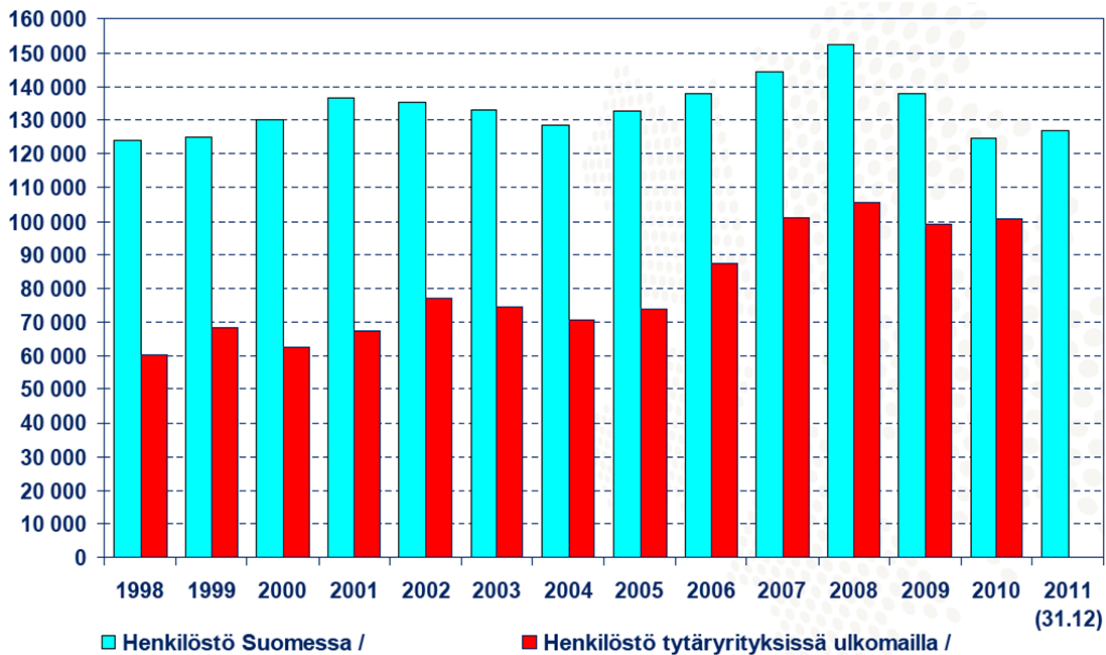
Lähde: Tilastokeskus, Yritykset toimialoittain 2010 (TOL 2008).

Toistaiseksi suurimmillaan henkilöstöllä mitattuna kone- ja metallituoteteollisuus oli vuonna 2008, jolloin henkilöstömäärä oli yli 150 000. Lamat leikkasivat niin työntekijämääriä kuin yrityksiäkin.

Kotimaan lisäksi kone- ja metallituoteteollisuus työllistää kasvavassa määrin ulkomailla. Vuonna 2010 ulkomaisen henkilöstön määrä oli noin 100 000 henkilöä. Globaali kontaktipinta on siis jo hyvin laaja, mikä käytännössä merkitsee sitä, että tarvitaan kielitaitoista, eri kulttuureja, markkinoita ja teknologiperinteitä hallitsevaa suomalaista henkilöstöä. Myös henkilöstön mahdollisuudet työskentelyyn ulkomailla ja ulkomaisen harjoittelun järjestäminen opiskelijoille pitäisi olla laajassa mitassa mahdollista.

Eniten ulkomaista henkilöstöä on yritysten Länsi-Euroopassa sijaitseissa toimipisteissä, noin 40 000–45 000. Lukumäärä näyttää toistaiseksi vakiintuneen tälle tasolle tai kasvaa hitaasti. Pohjois-Amerikka oli pitkään henkilöstömäärältään toiseksi suurin alue, mutta vuodesta 2006 Aasia ja Oseania kasvoivat sitä isommaksi. Pohjois-Amerikan henkilöstö on vakiintunut noin 15 000 henkilöön, millä koneteollisuuden johtavat yrityksemme kykenevät hoitamaan tuotantoaan ja tuotteidensa huollon sekä pitämään haluamansa markkinaosuuden. Aasiassa ja Oseaniassa suomalaisten kone- ja metallituoteyritysten henkilöstö on trendinomaisesti kasvanut. Vuonna 2009 lukumäärä oli jo 25 000 henkilöä. Tämä kuvastaa Aasian merkityksen kasvua niin edullisena tuotantoalueena kuin nopeasti kasvavana markkina-alueena. Keski- ja Itä-Euroopan henkilöstömäärä kasvoi 10 000:een vuonna 2007, mutta on sen jälkeen hieman vähentynyt. Latalaisen Amerikan henkilöstömäärä on ollut trendinomaisessa kasvussa saavuttaen 5 000 vuonna 2008.

Kuvio 1 Kone- ja metallituoteteollisuuden henkilöstö kotimaassa ja ulkomailla



Lähteet: Tilastokeskus ja Teknologiateollisuus ry:n henkilöstötiedustelu.

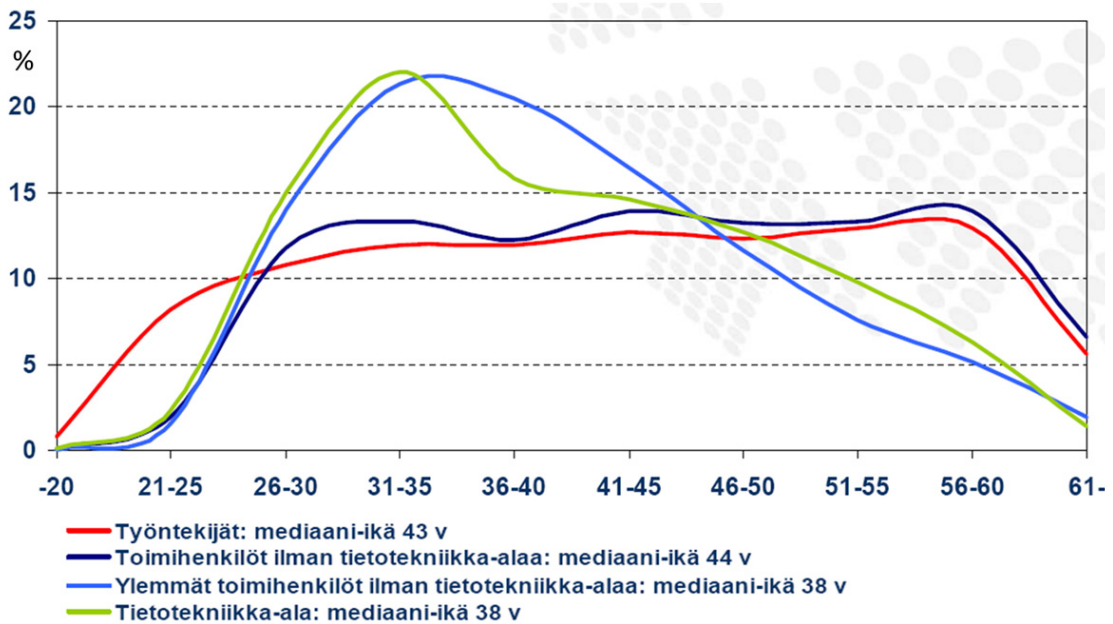
Koulutuksen suunnittelun kannalta tärkeää on tietää eri henkilöstön rakenteessa tapahtuvat muutokset. Muutoksia tapahtuu työtehtävien rakenteessa. Teollisten työpaikkojen osuus vähennee ja erilaisissa palveluissa työskentelevien osuus lisääntyy myös kone- ja laitteollisuudessa, vaikkakaan muutos ei ole yhtä pitkällä kuin elektroniikkateollisuudessa. Tämä heijastuu myös siinä, minkä alan ja tason koulutuksen saanutta henkilöstöä rekrytoidaan. Tärkeä on myös tuntee henkilöstön ikärakenne eri henkilöstöryhmissä.

Teknologiateollisuudessa työntekijöiden ja toimihenkilöiden ikärakenne on melko tasainen. Toimihenkilöt aloittavat pidemmän koulutuksen takia työuransa vanhempina kuin työntekijät. Toisaalta 56–60 -vuotiaiden ikäluokka on suurin toimihenkilöissä ja työntekijöissä. Alalla aloittavat ikäluokat ovat useita prosenttiyksiköitä pienempiä. Poistuvien ikäluokkien korvaaminen on haaste koulutusjärjestelmälle.

Ylemmät toimihenkilöt ovat keskimäärin huomattavasti nuorempia, suurimman ikäluokan ollessa 31–35 -vuotiaita. Tähän voi olla useitakin selityksiä. Kyse voi olla selvästä sukupolvenvaihdoksesta, kun yritykset luonut sukupolvi on väistynyt. Lisäksi liikkeenjohdon ja erityisasiantuntijoiden työtehtävät ovat selvästi lisääntyneet, mikä on näkynyt nuorten koulutettujen rekrytointina alalle. Saman ilmiö näkyy ehkä vielä selvemmin tietotekniikka-alan henkilöstössä.

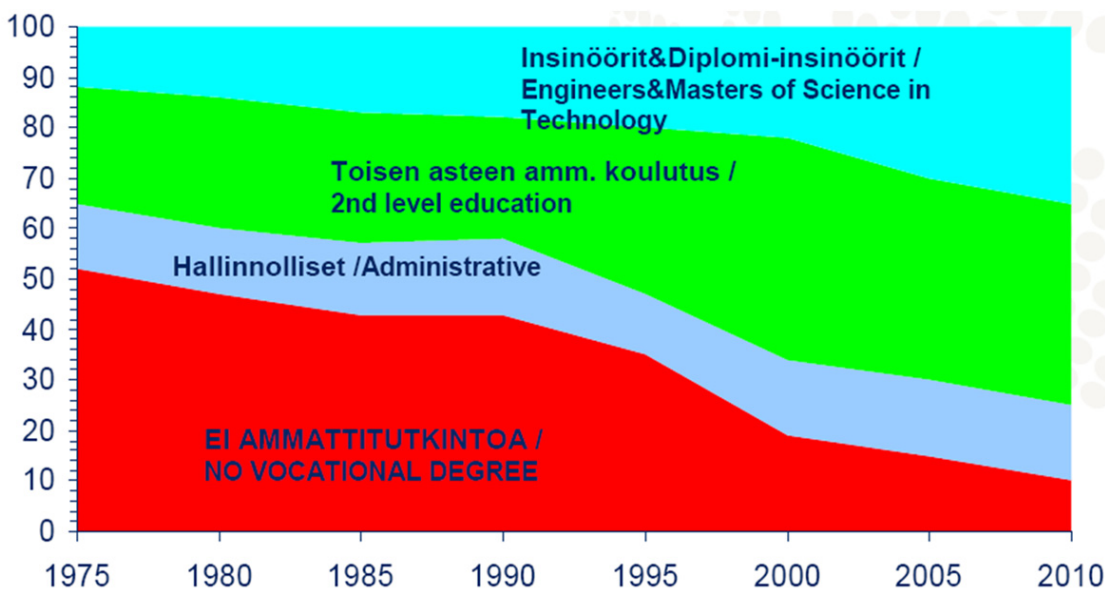
Metalli- ja konetuoteteollisuus on merkittävä osa teknologiateollisuutta. Siksi henkilöstön ikäprofiili alalla on samansuuntainen kuin koko teknologiateollisuudessa kuitenkin sillä poikkeuksella, että työntekijöiden ja toimihenkilöiden osuus kohta eläköityvässä 56–60 -vuotiaiden ryhmässä on koko alaa muutama prosenttiyksikkö suurempi.

Kuvio 2 Teknologiateollisuuden henkilöstön ikäjakauma vuonna 2008, %



Lähde: Teknologiateollisuus ry.

Kuvio 3 Eri tyyppistä koulutusta saaneiden henkilöiden osuudet henkilöstöstä teknologiateollisuudessa, %



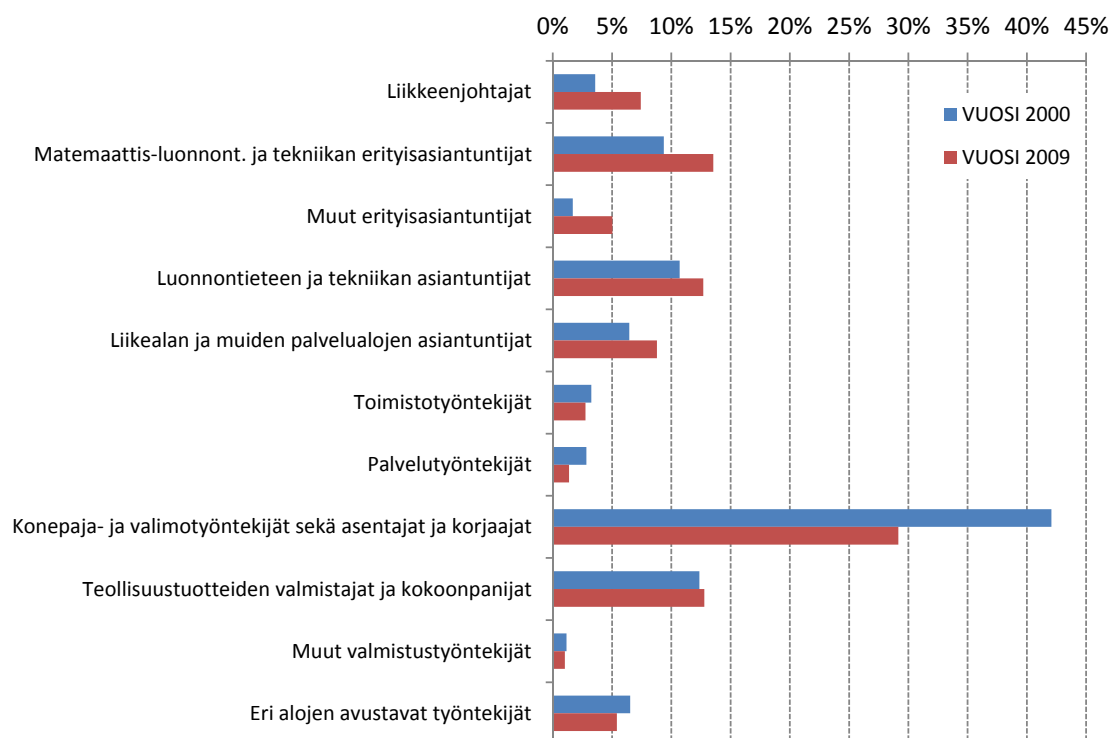
Lähde: Teknologiateollisuus ry.

Teknoliateollisuuden henkilöstön koulutustaso on selvästi noussut viimeisen kolmenkymmenenviiden vuoden aikana. Vuonna 1975 yli puolella henkilöstöstä ei ollut lainkaan ammatillista tutkintoa. Nyt heidän osuutensa on vain runsas kymmenes. Vastaavasti insinöörien ja diplomi-insinöörien lukumäärä on voimakkaasti kasvanut, etenkin tällä vuosituuhannella.

Toisen asteen koulutuksen saaneiden osuus kasvoi erityisesti vuosina 1990–2000. Kuten kuvio 3 ilmenee, toisen asteen koulutuksen saaneet korvasivat henkilöstöä, jolla ei ollut ammatillista tutkintoa. On ilmeistä, että vastaava muutos tapahtui myös liikkeenjohdossa, jossa vanhojen johtajien ja ylempien toimihenkilöiden sukupolvi, joka tyypillisesti oli käynyt ammattikoulun tai kouliintunut käytännön opettamana, vähitellen korvautui koulutuksen saaneilla johtajilla ja muilla ylemmillä toimihenkilöillä. Nämä ovat mikrotason muutoksia, joiden pitäisi näkyä kasvavana tuottavuutena.

Kone- ja metallituoteteollisuuden ammattirakenteissa tapahtui viimeisen kymmenen vuoden aikana erittäin merkittävä muutos. Erityisesti asiantuntijatehtävien osuus lisääntyi ja teollisuustyöntekijän työpaikkojen osuus laski. Kun vuonna 2000 asiantuntijatehtävissä työskenteli 28 % henkilöstöstä, oli heidän osuutensa vuonna 2009 jo 40 %. Vastaavasti teollisuustyötä ja erilaisia avustavia töitä tehneiden osuus laski 62 prosentista 48 prosenttiin viime vuosikymmenellä.

**Kuvio 4 Ammattirakenteet ja niiden muutokset kone- ja metallituoteteollisuudessa**



Lähteet: Etlatieto Oy ja Tilastokeskus.

Sähköteknisessä teollisuudessa valmistustyöntekijöiden osuus laski 64 prosentista 55 prosenttiin vuosina 2000–2009. Vastaavasti asiantuntijatehtävien osuus nousi 26 prosentista 33 prosenttiin. Elektroniikkateollisuudessa valmistustyöntekijöiden osuus oli enää vain 22 prosenttia vuonna 2009, kun osuus vuosituhannen vaihteessa oli noin 40 %. Asiantuntijoiden osuus nousi vuosikymmenessä 53 prosentista 61 prosenttiin.

Sähköteknisen teollisuuden ja elektroniikkateollisuuden ammattirakenteen muutokset on esitetty vertailun vuoksi liitteessä 1. Elektroniikkateollisuuden ammattirakenne on ratkaisevasti erilainen kuin kone- ja metallituoteteollisuuden ja sähköteknisen teollisuuden ammattirakenne, jotka muistuttavat toisiaan. Erona on se, että sähkötekniikassa teollisuustuotteiden valmistajat ovat isoin ammattiryhmä, kun kone- ja metallituoteteollisuudessa isoin ammattiryhmä on konepaja- ja valimotyöntekijät, asentajat ja korjaajat.

Kone- ja metallituoteteollisuudessa ja sähkötekniikassa teollisuudessa ammattirakenteen muutos ei tule olemaan yhtä perustavanlaatuinen kuin elektroniikkateollisuudessa. Elektroniikkateollisuudessa, joka pitkälti on massatuotantoa, valmistus siirtyi lyhyessä ajassa edullisten tuotantokustannusten maihin. Siirto onnistui, koska työtehtävät olivat ositettavissa yksinkertaisiin suorituksiin, jotka voidaan opettaa suhteellisen kouluttamattomallekin henkilöstölle.<sup>3</sup> Vastaavasti tuotekehityksen ja ohjelmoinnin sekä markkinointitehtävien rooli on suuri ja juuri näitä tehtäviä jäi Suomeen. Nyt on heikkoja signaaleja siitä, että tuotantoa siirretään Aasiasta takaisin Eurooppaan, jossa sen automaatioastetta nostetaan kannattavuuden saavuttamiseksi. Kääntöpuolena on vähemmän mutta korkeampaa koulutustasoa vaativia valmistustehtäviä kuin aiemmin.

Suomalaisen konepajateollisuuden tuotteet ovat erikoistuotteita – eri teollisuudenalojen erikoistuneita koneita ja laitteita, joita valmistetaan suhteellisen pienissä sarjoissa tai jopa yksittäistuotteina. Työtehtävät ovat monipuolisia ja vaativat koulusta tai pitkää kokemusta. Työn ohjauksen kustannukset ovat suuremmat, jos työntekijöiden osaamistaso on alhaisempi. Tästä huolimatta uutta tuotantoa vähitellen perustetaan nimenomaan Aasian ja muihin kasvaviin talouksiin, koska niissä on myös tuotteiden nopeimmin kasvavat markkinat.

## 4 Keskeiset tulevaisuuden osaamisalueet ja kehitystrendit

### 4.1 Osaamisalueiden ja kehitystrendien määrittely

Keskeisten kehitystrendien selvittämiseksi käytiin läpi lähdekirjallisuutta, josta tutkija poimi esille kehitystrendejä. Kehitystrendejä esiteltiin kahdessa koulutustoimikunnan kokouksessa. Lopulta koulutustoimikunnan jäseniä pyydettiin asettamaan 30 valikoitua kehitystrendeihin liittyvää väittämää tärkeysjärjestykseen. Tämän lisäksi listattiin 30 osaamisaluetta, jotka perustuivat Teknologiateollisuuden raporttiin Kone- ja metallituoteteollisuus 2020<sup>4</sup>, ja pyydettiin koulutustoimikunnan jäseniä asettamaan ne tärkeysjärjestykseen.

<sup>3</sup> Myös elektroniikkateollisuuden konekanta on helpommin siirrettävissä. Konepajateollisuudessa on investoitu raskaaseen konekantaan, joka vaatii tarkoituksenmukaiset, jämerät tuotantorakennukset. Näiden investointien fyysinen siirto ei käytännössä ole helppoa.

<sup>4</sup> Karikorpi, Mervi, toim. (2008) , Kone- ja metallituoteteollisuus 2020, Teknologiateollisuus ry ja Teknologikeskus Hermia, Tampere.

Kyselyyn vastasi 7 koulutustoimikunnan jäsentä eli alle puolet. Tällaisenaankin tulos kuvastaa alan vahvaa asiantuntijanäkemyttä. Koska sekä kehitystrendeihin perustuvat väittämät että osaamisalueet perustuivat tutkimukseen, otettiin tämä asiantuntijoiden suorittama arvottaminen ennakoinnin perustaksi. Tutkijan sekä koulutustoimikunnan puheenjohtajan ja sihteerin yhteisessä palaverissa kärkeen sijoittuneita väittämiä ja osaamisalueita systematisoitiin laajemmiksi kokonaisuuksiksi.

Näin tulevaisuuden keskeisiksi osaamisalueiksi ja niitä tukeviksi kehitystrendeiksi muodostuivat seuraavat:

1. Osaamisalue: Asiakasosaaminen  
Kehitystrendi: Asiakasosaaminen ja ratkaisukeskeisyys lisääntyvät, syvällisellä asiakasymmärryksellä synnytetään lisäarvoa
2. Osaamisalue: Tutkimus ja tuotekehitys ja niitä tukeva luovuus  
Kehitystrendi: Tuotekehityksen ja siihen liittyvien toimintojen merkitys kasvaa
3. Osaamisalue: Kansainvälistyminen  
Kehitystrendi: Tuotantoverkot globalisoituvat ja pilkkoutuvat, isot yritykset hoitavat tuotantoa ja markkinoita manterekohtaisesti
4. Osaamisalue: Tietotekniikka ja automaatio koneissa ja prosesseissa  
Kehitystrendi: Koneet sisältävät tulevaisuudessa yhä enemmän tieto- ja viestintäteknologiaa ja prosesseja automatisoidaan
5. Osaamisalue: Energia- ja ympäristö  
Kehitystrendi: Energia- ja ympäristöteknologiat ovat kone- ja metallituoteteollisuuden kasvualoja.

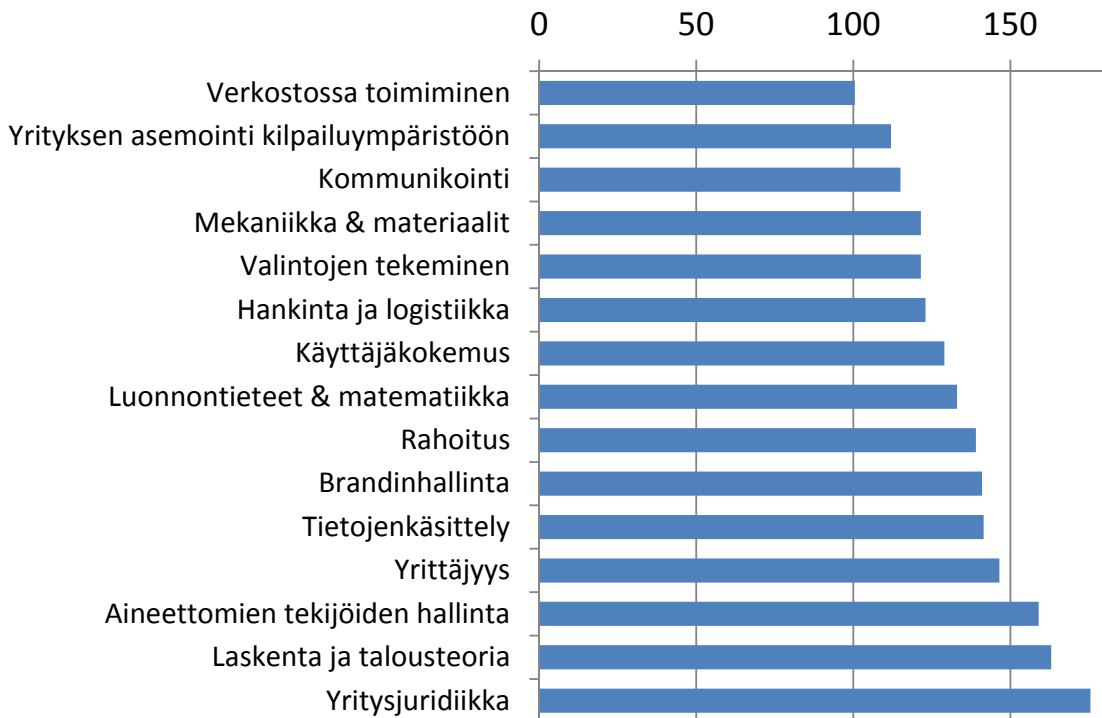
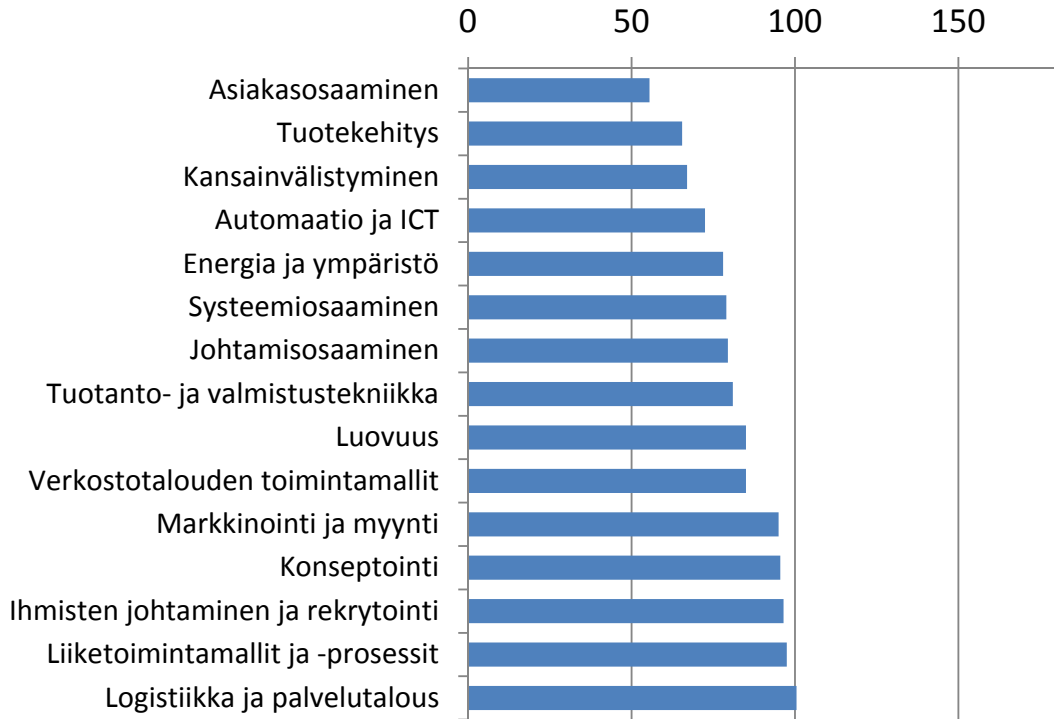
Osaamisalueita koskevan kyselyn vastaukset on raportoitu kuviossa 5 ja tulevaisuuden kehitystrendeihin liittyvät vastaukset kuviossa 6. Tässä yhteydessä on hyvä tuoda esille, että kysymys ei ole nykytilanteen arvioinnista vaan tulevaisuuden kehityssuunnista, jotka on otettava huomioon opetuksen kehittämisessä.

Osaamisalueet ja tulevaisuutta koskevat trendiväittämät pyydettiin asettamaan tärkeysjärjestykseen 1, 2, 3, ..., 30. Tärkein sai arvon 1 ja vähiten tärkeä arvon 30 kunkin vastaajan vastauksessa.<sup>5</sup> Sijoitus yhteenlaskettujen tärkeyssijoitusten avulla. Näin ollen pienimmän yhteissijaluvun saanut osaamisalue tai kehitystrendiä koskeva väittämä on painoarvoltaan isoin.

Menetelmä kaipaa ilman muuta kehittämistä. Olisi mielenkiintoista soveltaa tähän esimerkiksi menetelmäluvussa kuvattua Q-metodia. Sekä osaamisalueet että kehitystrendiväittämät esitettäisiin suuremmalle joukolle hyvin erilaisia vastaajia yrityksistä, oppilaitoksista ja tutkimuslaitoksista. Tämän jälkeen faktorianalyysillä selvitettäisiin erilaiset perustavalaatuiset tulevaisuudenkuvat (faktorit).

<sup>5</sup> Jotkut vastaajista käyttivät pienempää asteikkoa esim. 1–10, jolloin saman pisteluvun sai useampi osaamisalue tai trendi. Asteikko skaalattiin 1–30 asteikoksi, jolloin asteikot saatiin yhteismitallisiksi.

Kuvio 5 Keskeiset tulevaisuuden osaamisalueet kone- ja metallialalla, kysely koulutus-toimikunnalle



Lähde: Etlatieto Oy, kysely Kone- ja metallialan koulutustoimikunnalle, maaliskuuta-huhtikuuta 2012.

**Kuvio 6 Keskeiset tulevaisuuden kehitystrendit kone- ja metallialalla, kysely koulutus-toimikunnalle, 1/2**



Lähde: Etlatieto Oy, kysely Kone- ja metallialan koulustoitimikunnalle, maaliskuuhuhtikuu 2012.

**Kuvio 6 Keskeiset tulevaisuuden kehitystrendit kone- ja metallialalla, kysely koulutus-  
toimikunnalle, 2/2**



Lähde: Etlatieto Oy, kysely Kone- ja metallialan koulustoitimikunnalle, maaliskuuhuhtikuu 2012.

## 4.2 Keskeisten osaamisalueiden analyysit

### *Asiakasosaaminen ja ratkaisukeskeisyys*

Oleellinen ajattelutavan muutos teollisuudessa liittyy tarpeeseen ymmärtää syvällisesti asiakkaan liiketoimintaa ja ansaintalogiikkaa. Tehtävä ei ole kone- ja laitteollisuudessa läheskään yhtä mutkallinen kuin Internetiin tai vaikkapa ohjelmistoteollisuuteen liittyvässä liiketoiminnassa. Keskeistä on tunnistaa asiakkaan ansaintalogiikka ja vahvistaa sitä omalla panoksella.

Åbo Akademin puitteissa toimiva Corporate Foresight Group teki laajan kyselyn teknologia-teollisuuden yrityksille tulevaisuuden osaamistarpeiden muutoksista vuoteen 2020<sup>6</sup>. Kyselyn mukaan asiakasrajapinnan hallinta on yksi keskeisimmistä menestystekijöistä. Seuraavat muutostekijät nousivat esiin:

- Asiakassuhteet muuttuvat kumppanuussuhteiksi
- Palvelukomponentin merkitys liiketoiminnassa kasvaa
- Koneiden ja laitteiden sijaan myydään palveluita
- Elinkaariajattelu tuotteissa ja liiketoiminnassa kasvaa

Asiakassuhteiden muuttuminen kumppanuussuhteiksi realisoituu kehittyneissä päämies-alihankkijasuhteissa. Lopputuotteen ominaisuuksia voidaan esimerkiksi olennaisesti parantaa komponenttitoimittajan kehitystyöllä. Hyvä esimerkki tästä on vaikkapa Neoremin kestopagneettitekniikka. Koska kestopagneettisähkömoottori on kooltaan tavallista sähkömoottoria pienempi, Kone pystyi kehittämään konehuoneettoman hissin. Erilaiset yhteistä kilpailukykyä kohentavat kumppanuudet lisääntyvät.

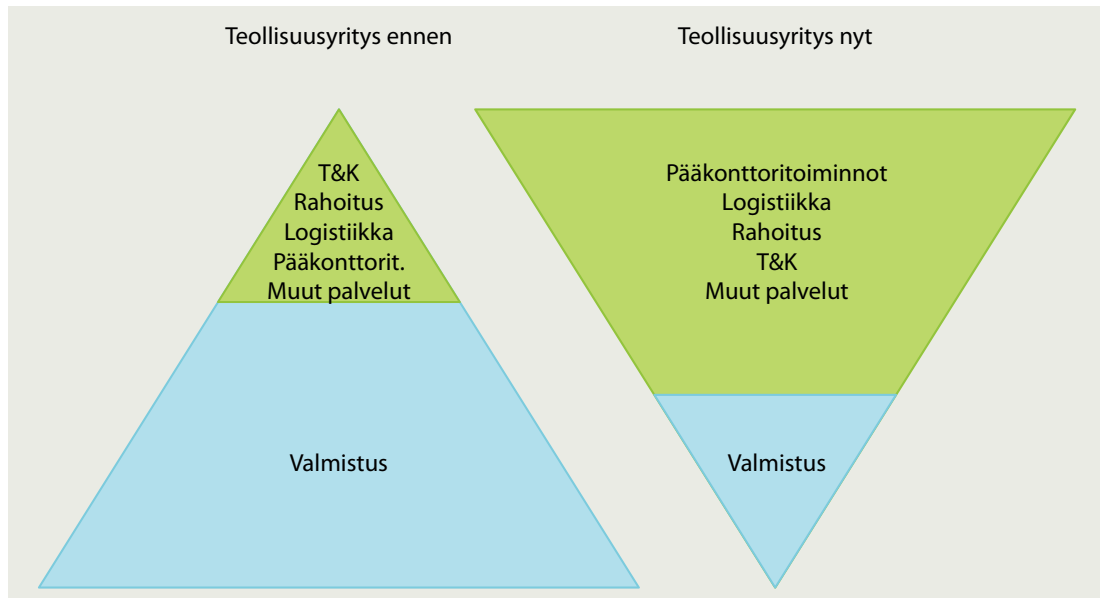
Palvelukomponentin merkitys liiketoiminnassa kasvaa tulevaisuudessa. Tämä näkyy jo nyt yritysten henkilöstörakenteen muutoksena. Kasvava osa henkilöstöstä työskentelee niin sanotusti asiakasrajapinnassa eri tehtävissä. Toki palvelukomponentti on kasvanut myös yrityksen sisällä ja arvoketjun alkupäässä erilaisina tutkimuksen ja kehitystoiminnan ja innovoinnin tehtävinä. Teollisuuden pyramidi on keikahtanut pääläelleen – valmistuksen sijaan suurempi osa kehittyneissä yrityksissä työskentelee palvelutehtävissä.

Muutos näkyy myös liiketoiminnan tulojen muutoksena. Yhä useammalla yrityksellä merkittävä osa liikevaihdosta ja tuloksesta koostuu huollosta ja siihen liittyvistä varaosatoimiuksista. Huolto on kehittynyt ennakoivaksi kunnossapidoksi, joissakin tapauksissa asiakkaan prosessien operoivaksi. Jopa asiakkaan investointien rahoituksen järjestämisellä ansaitaan, vaikka toki sen keskeinen funktio on voittaa kauppvoja. Yhä useamman suomalaisen koneteollisuusyrityksen toimittama konekanta maailmalla kasvaa niin suureksi, että se muodostaa kannattavan pohjan huollose ja kunnossapidolle. Kunnossapidon markkinat kasvavat valmistusta suuremmiksi. Kunnostautumalla huollossa ja kunnossapidossa voitetaan uusia kauppvoja. Huoltamalla myös muiden koneita saadaan omaa konetta kehitettyä niitä paremmaksi ja myytyä korvattavien koneiden tilalle omat tuotteet.

Nimenomaan konevalmistajille palvelukonseptien omaksuminen on luonteva liiketoiminnan laajentumisalue, koska huolto- ja kunnossapitopalveluille on aidosti kysyntää. Toisin on mo-

<sup>6</sup> Meristö, Leppimäki, Laitinen ja Tuohimaa, Tulevaisuuden osaamistarpeet teknologiateollisuudessa, CFG, Åbo Akademi ja Teknologiateollisuus, Turku 2008.

Kuvio 7 Teollisuusyrityksen muutos palveluluiden tuottajaksi



Lähde: Pajarinen – Rouvinen – Ylä-Anttila: Kenelle arvoketju hymyilee? Koneteollisuus globaalissa kilpailussa. Sitra 297.

nien kuluttajatuotteiden osalta, joita ei ole suunniteltukaan kestäväksi ja jotka on samantien edullisinta uusia.

Kolmas konevalmistajien kehityssuunta on myydä palveluita koneiden sijaan. Esimerkiksi teollisilla asiakkailta voi olla tarve saada sähköä, ei tuottaa sitä itse. Asuntojen omistajat eivät halua olla hissiyrittäjiä, vaan päästä asuntoihinsa. Monilla investoijilla on käytännössä asiakkaat hallussaan, he haluavat tuotteen, mutta eivät ole valmiit hoitamaan itse tuotantoa. He haluavat palvelun, ei konetta.

Elinkaariajattelu merkitys kasvaa jatkuvasti. Asiakkaat eivät ole kiinnostuneita pelkästä hankintahinnasta ja suoristusarvoista (tehosta) vaan haluavat tietää, millaisia kustannuksia suhteessa tuottoon kone tai laite elinkaarensa aikana aiheuttaa. Tämä pitää sisällään käyttö- ja päästökustannukset, huollot ja viimevaiheessa kierrätyksen. Kone- ja laiteollisuudessa elinkaariajattelulla on todella konkreettinen sisältö. Elinkaarta voidaan käytännössä ennakoivalta kunnossapidolla pidentää. Tietotekniikalla konetta voidaan uudistaa tehokkaammaksi ja energiaa säästävämmäksi sekä monipuolistaa toimintoja.

Tuotannon koneissa ja laitteissa, jotka ovat keskeisiä tuotteita suomalaisessa kone- ja laitetuotannossa, myyvin ominaisuus on se, että ne tarjoavat ratkaisun asiakkaan ongelmaan. Laivoihin tarvitaan moottoreita, jotka voivat tuottaa energiaa mahdollisimman paljon vähärikkisistä polttoaineista tai voivat käyttää LNG:tä tai vaikkapa bioöljyä, jonka rikki lyhyen kierron jälkeen palaa luontoon. Kaivoksissa tarvitaan rikastuslaitteistoja, jotka minimoivat päästöt vesistöihin tai luontoon. Ympäristövaikutukset ja turvallisuustekijät nousevat tehokkuuden ja kannattavuuden rinnalle tärkeiksi ominaisuuksiksi.

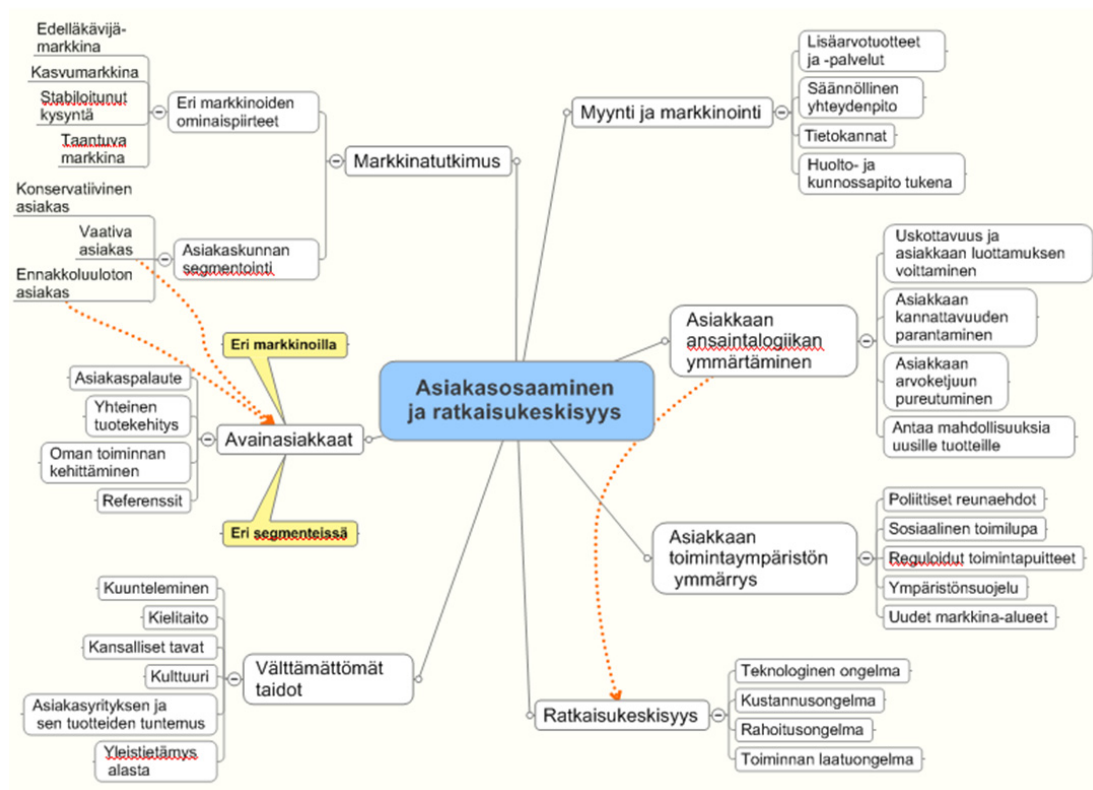
Tuotantokoneiden tehokkuuden kannalta tulevaisuus on vain jatkumoa menneisyydessä. Asiakkaan kannattavuutta parantava kone tavallaan myy itse itsenä. Valtaosa myyntityöstä tehdään T&K&I-toiminnoissa, minkä jatkeeksi tarvitaan asian ja asiakkaan tunteva insinööri sanomaan: ”Antakaas pojat minä näytän”. Tällä konseptilla myydään tuotteita teollisille asiakkaille, joille koneen väri tai edullinen hankintahinta tai se, että kone on iso, eivät ole valintaperusteita.

Tulevaisuuden kuluttaja-asiakas on muuttumassa teollisuusasiakkaan suuntaan. Varsinkin autoa valittaessa kiinnitetään huomiota polttoaineen kulutukseen ja ympäristöpäästöihin, matkustaja- ja tavaratilan suuruuteen, meluun ja turvaluokitukseen. Sama ajattelu on vallalla kodinkoneita valittaessa tai talon lämmitysjärjestelmää suunniteltaessa.

Asiakasta kannattaa kuunnella

Asiakas on paras yhteistyökumppani tuotekehityksessä, johon toki saadaan ideoita myös T&K:sta, kilpailijoilta ja toimittajilta. Asiakasta kannattaa kuunnella. Tulevaisuudessa avainasiakkaiden rooli korostuu. Tärkeää on analysoida asiakaskunnan luonne. Palautetta ja ideoita antava, kokeilunhaluinen, ennakkoluuloton asiakas, jonka käyttäytyminen ennakoit muiden käyttäytymistä, on kullan arvoinen. Tätä kautta syntyvät monet uudet tuotteet tai tuoteparannukset ja ne saavat myös referenssikäyttäjän. Myös vaativa asiakas on arvokas. Vaativan asiakkaan avulla yritys voi kehittää toimintojaan.

Kuvio 8 Asiakasosaamisen ja ratkaisukeskeisyyden sisältöjä



Lähde: Etlatieto Oy, Hannu Hernesniemi.

Kuviossa 8 on tarkasteltu asiakkaaseen, hänen käyttäytymiseensä, markkinoihin ja toimintaympäristöön sekä myynti- ja markkinointiponnistuksiin liittyvää kokonaisuutta.

### *Tuotekehityksen merkitys*

Tutkimus, tuotekehitys ja innovointi (T&K&I) arvotetaan tärkeäksi kilpailukykytekijäksi kone- ja metalituoteteollisuudessa. Tällä tarkoitetaan systemaattista toimintaa erotukseksi aikaisempien sukupolvien käytännön miesten innovaatioista, mitä yhä tarvitaan. Samoin tarvitaan teknologian siirtoa.

Vaikka kyse on tulevaisuustarkastelusta, on syytä analysoida T&K&I-toiminnan historiaa, koska samoja elementtejä tarvitaan tulevaisuudessa:

- Monet suomalaisen teollisuuden innovaatiot ja niistä syntyneet tuotteet perustuvat käytännön tarpeisiin. Parhaimmillaan asiakasala ja teknologian valmistus ovat yhdistyneet samaan henkilöön. Tästä kouluesimerkiksi on muodostunut metsuriyrittäjä Einar Widgren, joka ryhtyi rakentamaan Ponsse-tuotenimellä<sup>7</sup> metsänkorjuukoneita, koska tarjolla olleet eivät häntä tyydyttäneet. Innovaatiotoimintaa, jossa käyttäjä ja teknologian tuottaja yhdistyvät samassa persoonassa kutsutaan miiluyrittäjyydeksi. Miiluyrittäjyydessä taatusti kuunnellaan asiakasta – omaa itseään.
- Merkittävä innovaatiolähde suomalaiselle kone- ja metallituoteteollisuudelle on ollut tarve automatisoida työtä palkkojen eli keskeisen kustannuserän noustessa. Mistä on voitu säästää? Käytännössä työstä ja toisaalta myös energiakustannuksista, joissa teknologian kehittämiseen on pakottanut myös suoranainen energian niukkuus. Näistä kahdesta tekijästä on syntynyt monta suomalaista koneteollisuuden menestystarinaa.
- Ehkä kolmas, nyttemmin vähän käytetty ja hyljeksityn tuntuinen innovaatioiden lähde on teknologian siirto, kopioiminen, matkiminen, jopa ”varastaminen”. Monet, Tauno Matomäen<sup>8</sup> mukaan hevosta suuremmat, koneet ja laitteet ovat Suomessa kannattavammat rakentaa kuin vanhoissa koneteollisuusmaissa ja samalla niihin on tehty huomattavia parannuksia. Eräs tällainen teknologian siirtoon sopiva tuote olisi ilmalaivat, jotka ovat USA:ssa ja Kanadassa kaupallistamisvaiheessa. Ne sopivat Lapin ja muiden arktisten alueiden kuljetuksiin, koska niiden avulla välttyään (esimerkiksi kaivosten) kalliista tieinvestoinneista, jotka samalla vaurioittavat pohjoisen herkkää luontoa.
- Viimeinen vaihe innovaatiotoiminnassa on oma aktiivinen T&K&I. Suomalainen koneteollisuus elää tätä innovaatiiovetoista kehitystä, joka on tyypillinen kehittyneille teollisuusmaille niiden kilpailukykyisimmillä aloilla.

Suomalainen kone- ja laitteollisuus innovoi suhteellisen aktiivisesti. Metso, Outotec, Kone, Konecranes, Aker Arctic Technology jne. esiintyvät kansainvälisissä patenttitilastoissa, tosin paljon alempana kuin esimerkiksi Nokia. Yksittäiset henkilöt, etunenässä Göran Sundholm, tekevät keksintöjä, joista syntyy uusia tuotteita ja yrityksiä.

Suurimmalle osalle koneteollisuuden yrityksiä – erityisesti pienille ja keskisuurille – innovaatiotoiminta on vierasta. Ne eivät myöskään luo suhteita korkeakouluihin ja tutkimuslaitoksiin,

<sup>7</sup> Ponsse oli paikallinen isännätön kulkukoira, jonka mukaan Einar Widgren nimesi ensimmäisen metsäkoneensa ja sittemmin yrityksensä.

<sup>8</sup> Vuorineuvos, tekniikan tohtori h.c. ja dipl.insinööri Tauno Matomäki oli Rauma-Repola Oy:n pääjohtaja 1987–90, Repola Oyj:n pääjohtaja 1991–96 ja UPM-Kymmenen hallituksen puheenjohtaja 1999–2001.

jotka voisivat innovoida yritysten käytännön tarpeisiin. Hankkeisiin voisi saada myös Tekesin ja ELY-keskusten rahoitusta.

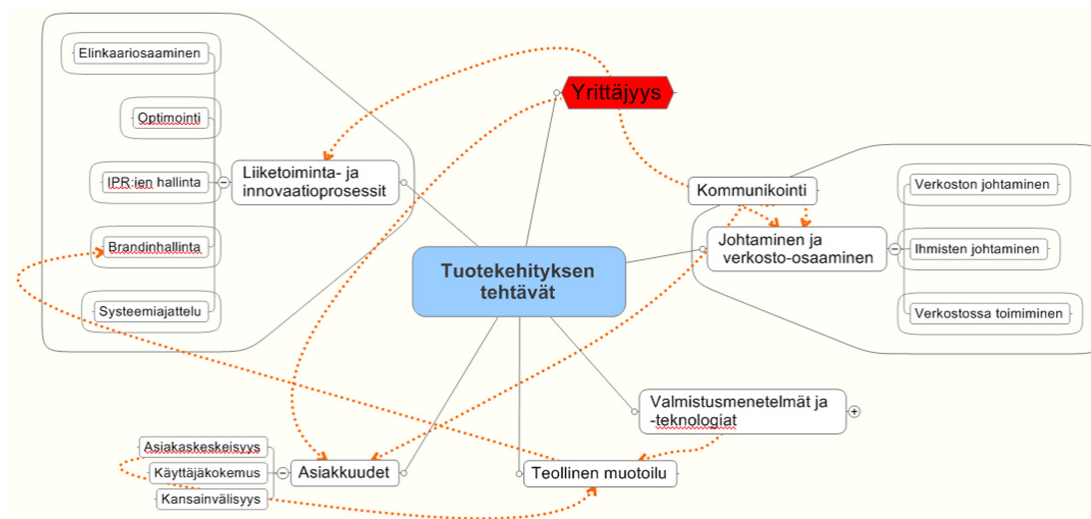
Innovaatiotoiminta on tärkeää, koska sen avulla yritys voi saada omia tuotteita. Myös alihankkijoihin kohdistuu paineita. Päämiehet haluavat, että alihankkijat ovat mukana parantamassa yhteistä tuotetta. Tätä kautta alihankkijasta voisi tulla tärkeä kumppani päämiehelle. Innovointipaineen takana on myös se vinha tosiasia, että uusia yllättäviä ja käytännön läheisiä innovaatioita syntyy nimenomaan pienissä ja keskiuurissa yrityksissä.

Keskeinen innovaatiotoiminnan moottori on yrittäjyys. Yrittäjyyttä tarvitaan ja sitä esiintyy myös suurten yritysten innovaatiotiimeissä. Ensimmäiset matkapuhelimet tehtiin salaa Saloran Salon tehtailla. Työpäivän päätyttyä akut ja komponentit pakattiin matkalaukkuun, mistä syntyi nimi matkapuhelin, ja illalla kotona jatkettiin.

Tulevaisuutta silmällä pitäen innovaatiotoiminnan hedelmiä olisi annettava innovaattoreille. Yrittäjä-innovaattorille palkka realisoituu tavallisesti yritysmyyntin yhteydessä kuten Göran Sunholmille, jolla on patenteja enemmän kuin Alto-yliopistolla. Yleisesti ottaen innovaatioita olisi kuitenkin nykyistä systemaattisemmin suojattava ja annettava niistä palkkioita innovaattoreille.

Kun kone- ja metallituoteteollisuuden yritys myydään yhdysvaltalaiselle, ranskalaiselle tai vaikkapa ruotsalaiselle yritykselle on tavallisesti kyse korkean teknologian yrityksestä. Varminta pitää yrityksen tuotanto Suomessa on innovoinnin jatkaminen. Hyvänä esimerkkinä kehityksestä on esimerkiksi Honeywell, joka laajenee Suomessa. Alun perin metsäteollisuuden ohjausjärjestelmiä valmistaneen Altim controllin oston taka-ajatuksena oli ostaa kilpailija pois markkinoilta ja lopettaa toiminta Suomessa. Tarkemmin yritykseen ja sen tuotteeseen

Kuvio 9 Innovaatiotoiminnan tehtävien kokonaisuus



Lähde: Etlatieto Oy, Hannu Hernesniemi.

tutustuttuaan omistaja antoi Suomen yksikölle globaalien vastuun metsäteollisuuden automaatiojärjestelmistä.

Systemaattisen innovaatiotoiminnan ja innovaatiotiimin toimintoja on analysoitu kuviossa 9.

#### *ICT:tä koneisiin ja prosesseihin*

Softaa koneisiin! Ohjelmistoala suomalaisen teollisuuden uudistajana<sup>9</sup>, otsikoi ETLAn tutkijaryhmä 2011 ilmestyneen kirjansa, jossa tutkittiin ns. sulautettujen ohjelmistojen taloudellista merkitystä eri teollisuudenaloille. Sulautetuilla ohjelmistoilla tarkoitetaan tuotteisiin tehtyjä ohjelmistoja, joilla niitä voidaan ohjata, kontrolloida, automatisoida, kerätä ja jakaa tietoja koneen toiminnoista ja sen ympäristöstä, käyttäjistä jne. Koneteollisuudessa toimintojen ja käyttötarkoitusten lista on pitkä ja lisää tärkeitä käyttötarkoituksia tulee jatkuvasti. Koneteollisuus onkin elektroniikkateollisuuden ohella edelläkävijä tieto- ja viestintätekniikan soveltamisessa. Muut alat seuraavat perässä, mutta jo nyt puhutaan esimerkiksi esineiden internetistä.

ETLAn tutkijaryhmä tutki laajasta otoksesta suomalaisten vähintään 10 työntekijän tehdasteollisuuden yritysten tieto- ja viestintätekniikan kehitystyötä ja käyttöä. Yrityksistä 13 prosentilla oli omaa ohjelmistokehitystä vuoden 2010 lopussa. Lisäksi 17 % osti alihankintana ohjelmointia. Näin ollen 30 prosenttia tehdasteollisuuden yrityksistä hyödyntää joko omaa tai alihankittua ohjelmisto-osaamista.

Yritykset työllistivät itse noin 19 500 ohjelmointikehittäjää globaalisti ja lisäksi hankkivat noin 17 600 alihankittua työvuotta. Eli yhteensä 37 100 henkeä globaalisti työskenteli ohjelmistokehitystehtävissä suomalaisen teollisuuden palveluksessa. Suomalaisissa yksiköissä työskenteli 9 400 henkeä ja lisäksi Suomessa tehdasteollisuudelle alihankintayrityksissä työskenteli 6 400 henkilöä. Kokonaisuudessa ohjelmistokehittäjiä teollisuuden palveluksessa kotimaassa oli siis 15 800 henkilöä.

Omaa ohjelmistokehitystä tekevästä henkilöstöstä 2/3 teki nimenomaan sulautettuja ohjelmistoja, softaa koneisiin tai esineisiin. Rungas 20 % teki yritysten sisäiseen käyttöön tarkoitettuja ohjelmistoja. Vain noin 12 % teki itsenäisiä ohjelmistotuotteita. Alihankintana ohjelmistoja muille yrityksille kehitti 2 % teollisuuden ohjelmistokehittäjistä.

Ohjelmistoja kehittävien teollisuusyritysten tuotteista 49 prosenttia oli riippuvaisia ohjelmistoista. Euroissa mitattuna tämä merkitsi yhteensä 39 mrd. euron tuotantoa ja viennistä 17 mrd. euroa eli kolmas osa viennistämme. Ohjelmistot toivat tuotteisiin yritysten arvion mukaan noin 17 miljardia euroa lisäarvoa. Vientituotteissa ohjelmistojen lisäarvo-osuus oli noin 8 mrd. euroa.

Ohjelmistotuotannon merkitystä arvioitaessa on otettava huomioon, että neljän suurimman yrityksen ohjelmointiliiketoiminta muodostaa merkittävän osan toiminnasta. Näiden yritysten joukossa on Nokia ja Nokia-Siemens. Nokia ilmoitti samaan aikaan, kun tutkimus oli menossa, ulkoistavansa merkittävän osan ohjelmistokehityksestä turvautumalla jatkossa Windows-käyttöjärjestelmään. Tämä on leikannut suomalaista ohjelmistokehitystä, mutta samal-

<sup>9</sup> Nikulainen, Tuomo, Ali-Yrkkö, Jyrki, Seppälä Timo (2011), Softaa koneisiin! Ohjelmisto-osaaminen suomalaisen teollisuuden uudistajana. Julkaisija Teknologiateollisuus, Taloustieto Oy Helsinki.

la jalkauttaa ohjelmistokehittäjiä muihin yhtiöihin. Seurauksena voi olla ns. luova tuho, jossa epäonnisesta kehityksestä syntyy ja poimitaan hedelmiä monilla muilla aloilla. Lyhyellä tai ehkä jopa viiden vuoden tähtämellä oppilaitoksista valmistuvat joutuvat kilpailemaan matkapuhelinteollisuudesta vapautuneiden ICT-osaajien kanssa.

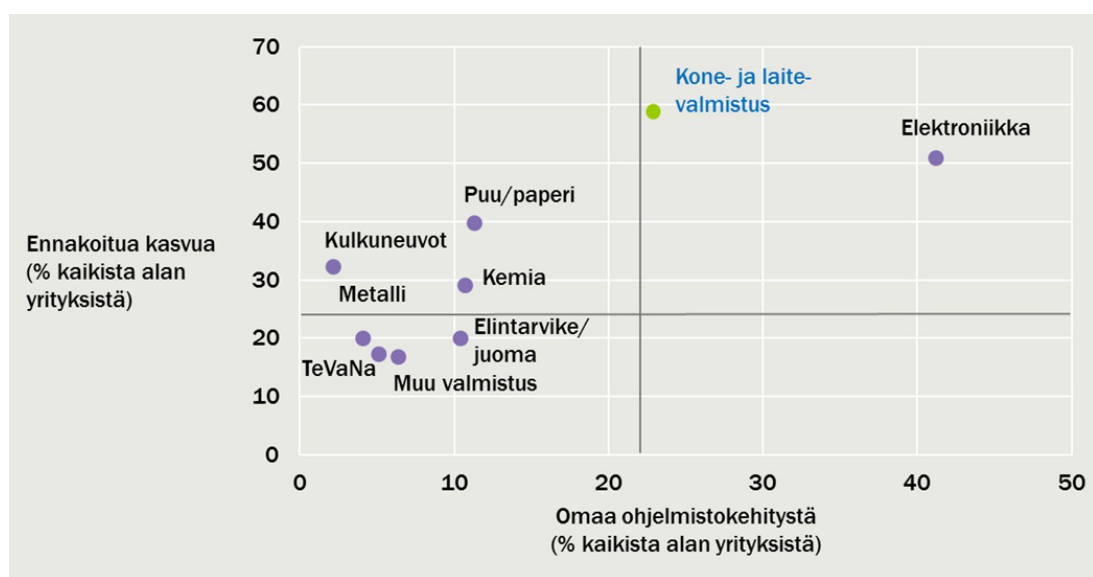
Kone- ja metalliteollisuus tuottaa tuotantoteknologiaa muille aloille – Suomessa tyypillisesti energiatuotannon ja prosessiteollisuuden koneita ja laitteita, liikkuvia työkoneneita ja muita työ-

**Taulukko 3 Ohjelmistokehittäjien tehtävät eri toimialoilla**

| Toimiala                            | Sulautettu | Sisäinen | Tuotteet | Ali-hankinta | Ohjelmistokehitystä | Kehittäjien lukumäärä |
|-------------------------------------|------------|----------|----------|--------------|---------------------|-----------------------|
| Elintarviketeollisuus               | 0 %        | 100 %    | 0 %      | 0 %          | 10 %                | <100                  |
| TeVaNa                              | n.a.       | n.a.     | n.a.     | n.a.         | 6 %                 | <100                  |
| Puu/paperi/painatus                 | 6 %        | 77 %     | 13 %     | 4 %          | 11 %                | 200                   |
| Kemia                               | 57 %       | 16 %     | 10 %     | 17 %         | 11 %                | 200                   |
| Metallituotteet ja metallinjalostus | 7 %        | 67 %     | 27 %     | 0 %          | 4 %                 | <100                  |
| Elektroniikka                       | 67 %       | 20 %     | 12 %     | 1 %          | 41 %                | 7500-7700             |
| Kone- ja laitevalmistus             | 58 %       | 13 %     | 15 %     | 14 %         | 23 %                | 700                   |
| Kulkuneuvot                         | n.a.       | n.a.     | n.a.     | n.a.         | 2 %                 | <100                  |
| Muu valmistus                       | 35 %       | 8 %      | 50 %     | 8 %          | 5 %                 | <100                  |
| Kaikki                              | 65 %       | 21 %     | 12 %     | 2 %          | 13 %                |                       |

Lähde: Nikulainen, Ali-Yrkkö ja Seppälä: Softaa koneisiin! Teknologiateollisuus ry, Helsinki 2011.

**Kuvio 10 Ohjelmistokehitys ja sen kasvu eri toimialoilla**



Lähde: Nikulainen, Ali-Yrkkö ja Seppälä: Softaa koneisiin! Teknologiateollisuus ry, Helsinki 2011.

koneita. Prosesseja ja koneita on automatisoitu, jolloin työvoiman käyttöä on voitu vähentää. Lisäksi on pyritty parantamaan työturvallisuutta, vähentämään päästöjä, kontrolloimaan raaka-aineiden käyttöä ja mittaamaan tuloksia. Vaikka tuotantokoneisiin sisällytetään ohjelmistoja, Suomessa tehdään suhteellisen vähän sulautettuja ohjelmistoja sisältäviä tuotteita koulutukseen. Maailmanlaajuisesti esimerkkejä tällaisista tuotteista ovat autot ja kodinkoneet. Merkittävä poikkeus olivat matkapuhelimet elektroniikkateollisuudessa. Matkapuhelinhan on käytännössä sofistikoitunut pakkaus erilaisia ohjelmistoja.

Ohjelmistojen rooli kone- ja metallituoteteollisuudessa on merkittävä. Ohjelmistokehittäjiä on eniten elektroniikkateollisuuden jälkeen kone- ja laitetuotannossa, noin 700. Lisäksi ohjelmistojen merkitys tulee yritysten arvioiden mukaan kasvamaan kuten taulukko 3 ja kuvio 10 paljastavat.

#### ICT:n käyttötapoja kone- ja metallituoteteollisuudessa

ICT:stä on tullut keskeinen kilpailukeino ja myös oleellinen osa tuotteen lisäarvoa ja hintaa. Tiedon kerääminen ja siirto sekä tiedon analysointi eri tarkoituksiin lisääntyvät. Kehitystä vauhdittaa yksittäisten komponenttien ja ICT-suoritteiden hintojen lasku. Anturointi ja mittaaminen lisääntyvät, koska anturit pienenevät ja halpenevat. Lisäksi mobiilisuus mahdollistaa tiedonsiirron ilman kalliita ja epäkäytännöllisiä johdotuksia. Suurien tietomäärien tallentaminen on käynyt edulliseksi, samoin kuin tiedon käsittely. Intelin mikroprosessorien tehon kasvu, 3,8 % kuukaudessa, kuvaa muutoksen nopeutta. Näin tiedon louhinta ja analysointi voi kasvaa.

Dataa on oikeastaan lähes rajattomasti käytössä. Tämä muodostaa pohjan erilaisille täsmätoiminnoille. Tietoa voidaan käyttää monipuolisesti kunnossapitoon, koneen personointiin käyttäjälleen ja koneen tehokkaan käytön opettamiseen. Tehotietoja voidaan käyttää markkinoinnissa, käyttäjien palkkaperusteina tai ohjausparametreina esimerkiksi työn suorittamiseksi kiireisesti tiukassa urakassa tai energiaa säästäen, kun kiirettä ei ole.

Koneiden ICT- ja automaatiojärjestelmiä olisi ”kopioitava” koneesta toiseen. Myös tiedon keräys-, siirto-, käsittely- ja käyttötapoja voidaan kopioida koneesta toiseen. Monissa koneissa voidaan ottaa esimerkkejä metsänkorjuukoneiden ICT:stä tai prosesseista paperi- ja selluteollisuuden automaatiojärjestelmissä. On vain osattava löytää uudet tiedon käyttötavat ja tuotteistettava ne.

Koneiden käyttötiedon analysointiin ja sen automatisointiin erikoistuneet yritykset ovat tulevaisuuden kasvuala. Näissä yrityksissä tarvitaan koneiden käytön ammattilaisia, tiedon analysoijia ja ohjelmointiosaamista, mutta niiden perustaminen ei vaadi suuria aineellisia investointeja.

Ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen kehittäminen on yksi avaintehtävistä. Joku käyttää enemmän automaatiota ja joku vähemmän, vaikka kone ja työn tarkoitus on sama. Automaatio tasoittaa käyttäjien eroja. Mekaniikan ja hydraulikan korvautuessa sähköisillä ja elektronisilla käytöillä koneiden ohjaajat eivät enää tunne taakan painoa, heilauksia tai törmäyksiä fyysisesti, mikä asettaa automaatiolle ja tiedonvälitykselle uusia vaatimuksia. Kaukokäytön myötä aistien käyttömahdollisuudet muuttuvat.

### Suomi kehityksen kärjessä

Suomessa kuljetaan koneälyn eturintamassa. Kone- ja metallituoteteollisuuden huippuosaamisen keskittymässä FIMECCissä on käynnissä Tehokas kone -ohjelma (EFFIMA), joka luottaa älykkäiden koneiden tulevaa kehitystä. Ohjelmassa pyritään kolmeen tavoitteeseen: 1) minimoimaan energian kulutus ja päästöt eli saamaan vähemmästä enemmän, 2) kehittämään elinkaarikustannusten hallinnan teknologioita sekä 3) kehittämään suorituskykyä ihmisen huomioivalla teknologialla.

Energian kulutusta ja ympäristöpäästöjä pyritään hillitsemään hybridikäyttöillä sekä lisääntyvällä tehoelektronikalla ja sähkökäyttöillä. Näiden merkitys suomalaisessa koneteollisuudessa on suuri, koska tuotannossa on kansainvälisesti katsottuna poikkeuksellisen monia erilaisia työkoneita ja kulkuneuvoja. Sähkö- ja hybridikäyttöillä sekä tulevaisuudessa vetykäyttöillä pystytään oleellisesti vähentämään myös pakokaasu- ja melupäästöjä. Laivoissa, teollisuuden prosesseissa ja muissa kompleksisissa konejärjestelmissä pyritään vaadittava suorituskyky saavuttamaan kehittämällä uusia kustannus- ja energiatehokkaita ratkaisuja ja suunnittelumenetelmiä.

Elinkaarikustannusten hallinnassa luodaan uusia mittaustiedon käsittelyn ja hallinnan teknologioita. Eri lähteistä, kuten kunnonvalvonnan sekä kone- ja prosessiautomaation järjestelmistä, tulevaa tietoa yhdistetään ja jalostetaan tuottamaan ennakoivaa ylläpitotoimintaa sekä liiketoiminnan päätöksentekoa tukevaa informaatiota. Elinkaaren hallinnan virtuaalisuunnittelua, mallinnusta ja simulointia kehitetään, niin että tuotteen elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset saadaan arvioitua jo suunnitteluvaiheessa.

Suorituskykyä haetaan ihmisen huomioivilla monikonejärjestelmillä. Lähtökohta ovat huoltovapaat ja kustannustehokkaasti konfiguroitavat langattomat ja langalliset anturiverkot. Niiden avulla toteutetaan luotettava reaaliaikainen tiedonsiirto vaativassa teollisuusympäristössä. Anturoinnin avulla pyritään tilannetietoisuuden (ylläpitotoiminta, päätöksenteko) sekä koneen suorituskyvyn ohjauksen olennaiseen parantamiseen.

Käyttöliittymät kehitetään kulttuuririippumattomiksi käyttäjäriippuvuuden pienentämiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi. Ihmisen kykyä havainnoida koneen käyttöön liittyvää informaatiota parannetaan ja tuotetaan ratkaisuja, jotka tekevät käyttöliittymistä intuitiivisia.

#### **Koneteollisuuden ICT-visio**

Kone- ja metallituoteteollisuuden strategisen huippuosaamisen keskittymä FIMECC on määritellyt vision, johon ICT keskeisesti kuuluu: Suomi on teknologiajohtaja ja globaalisti ihailtu brändi metallituotteiden, koneiden, prosessilaitteiden sekä laivojen älykkäissä ratkaisuisa. Tavoitteena visiossa on tuottaa uutta strategista osaamista kansainvälisen kilpailukyvyn luomiseksi. Tietämystä käytetään älykkäiden ratkaisujen kehittämiseen niin, että asiakkaan prosessit ja toiminta tehdään ympäristöä säästäväksi ja tehokkaaksi.

Kestävyyttä ja tehokkuutta mitataan energiatehokkuudella, ekologisen jalanjäljen minimoimisella ja raaka-ainetehokkuudella, tuotteiden ja prosessien käytettävyydellä, stabiiliudella, joustavuudella ja suorituskyvyllä sekä turvallisuudella ja kilpailukykyisillä elinkaarikustannuksilla.

Kehitetään teknologioita, arkkitehtuureja ja integrointialustoja turvallisen automaattisen ja puoliautomaattisen koneryhmän ohjauksen toteuttamiseksi ympäristössä, jossa työskentelee myös ihmisiä. Koneiden muodostaman joukon ohjauksella tavoitellaan tuottavuuteen ja kustannustehokkuuteen liittyviä läpimurtoja.

Tuotteistamisen osaamista ja kykyä suojata tuoteoikeuksia pitäisi kasvattaa. Uudet innovaatiot syntyvät usein pienissä yrityksissä, jotka eivät hallitse tuotekehitystä eivätkä tuoteoikeuksien suojaamista. Suuret yritykset tuotteistavat pienten innovaatioita, mistä saadaan suurin osa tuotoista. IPR-osaamista on laajennettava pieniin ja keskisuuriin yrityksiin.

Edellä on keskitytty ajatuksellisesti nimenomaan työkonien ja niiden järjestelmien älyn ja kommunikaatiokyvyn lisäämiseen. Sama erimuotoisena pätee tietysti prosessiteollisuuden koneisiin ja laitteisiin, jotka ovat suomalaisen teknologiateollisuuden vahvuusalue. Prosessit samalla tavalla suorastaan vaativat ohjelmistokehitystä.

Tulevaisuudessa esineiden internet tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia erilaisten esineiden älyn ja kommunikaatiokyvyn lisäämiselle. Kokouspöytä voi tunnistaa osanottajat, pitää pöytäkirjaa, ladata tietokoneiden ja kännyköiden akkuja, välittää viestejä, tilata tarjoilua jne. Postilaatikko voi informoida saapuneesta postista, antaa lähettäjistä ja lähetyspaikasta identifiointitiedot, kieltäytyä vastaanottamasta mainospostia jne. Sovituskopin peilistä voi saada yhteyden puolison tai muuhun asiantuntevaan pukeutumiskonsulttiin. Rautakaupassa esineet voivat kertoa sijaintitietonsa asiakkaille. Kaupan ovi tunnistaa asiakkaan ja kertoo hänelle tuotteutuudet. Juomapakkaus kertoo, onko juoma sopivan kylmää juotavaksi jne.

Kuvio 11 Älykkäiden, kommunikoivien koneiden erilaisia kehityssuuntia



Lähde: Etlatieto Oy, Hannu Hernesniemi.

### Energia- ja ympäristöosaaminen

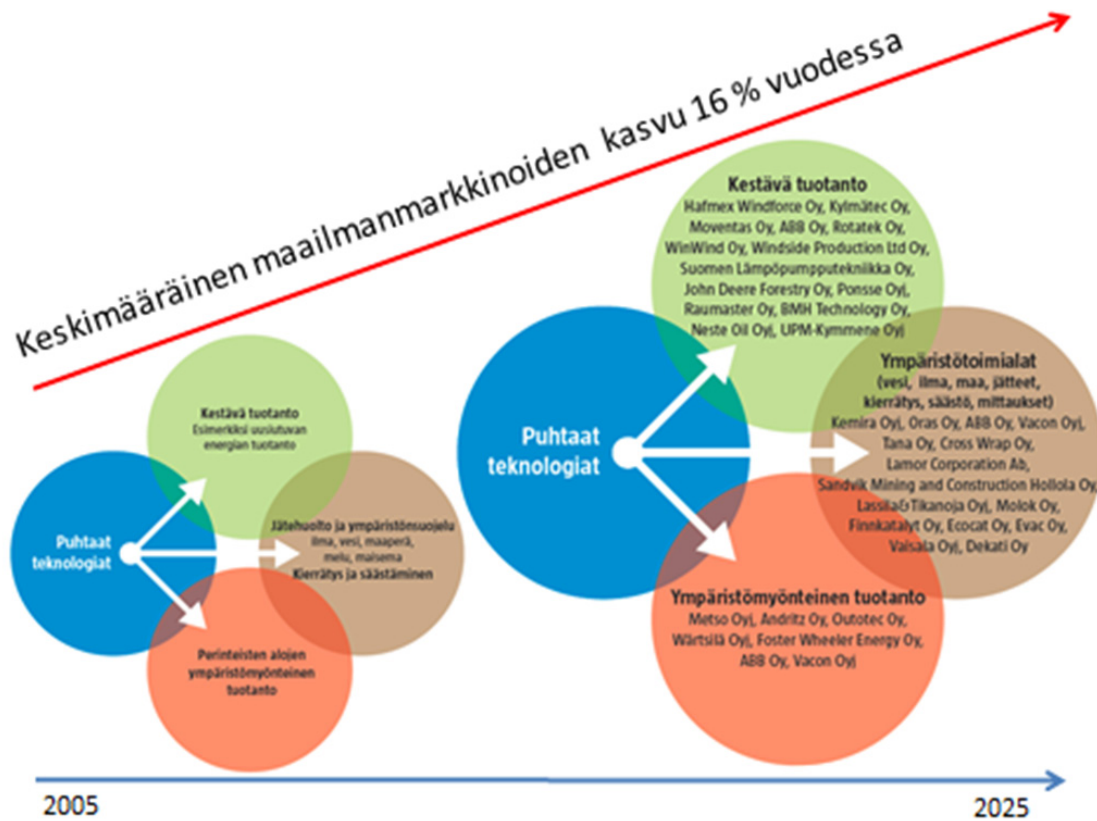
Energia- ja ympäristöosaamisen merkitys kasvaa ja niihin liittyvän ns. puhtaan teknologian nousu on seuraavien vuosikymmenien yksi keskeisistä kehitystrendeistä kone- ja metallituote-teollisuudessa. Asiakasala hahmottuu yhä selvemmin omaksi liiketoiminta-alueekseen, mutta samalla se on monilta osiltaan olennainen osa eri toimialojen tuotantoa.

Keskeinen ja perinteinen ympäristöliiketoiminnan osa-alue on *ympäristönsuojelu*. Siihen kuuluvat jätehuolto, vesien puhdistus ja vesihuolto, maaperän puhdistus ja kunnostaminen sekä savukaasujen puhdistus. Niissä on kyse tuotannon tai asumisen aiheuttaman saastumisen jälkien ehkäisemisestä ja korjaamisesta.

Toinen osa-alue on *kestävä tuotanto*. Tällaisena voidaan pitää esimerkiksi uusiutuvan energian tuotantoa aurinkoenergialla, vesivoimalla, tuulella, aalloilla tai uusiutuvilla biopolttoaineilla. Uusiutuvan energian tuotanto ei kuluta luonnonvaroja eikä myöskään aiheuta saastumista. Kansainvälisissä luokituksissa jopa metsiä uudistava metsätalous, luontoa saastuttamaton maatalous sekä ekoturismi luetaan kestävän toiminnan toimialoiksi.

Kolmas osa-alue on tavanomainen tuotanto, jossa käytetään ympäristön kannalta parasta mahdollista eli raaka-aineita säästävää ja vähiten päästöjä aiheuttavaa tuotantoteknologiaa, jonka tuotteet ovat helpoiten kierrätettävissä tai joka voidaan perustaa kierrätysraaka-aineille. Keskeisin rooli *ympäristömyönteisellä tuotannolla* on aloilla, jotka voivat potentiaalisesti olla hyvin saastuttavia kuten kaivostoiminta ja metallien jalostus, kemianteollisuus, energiantuotanto ja metsäteollisuus sekä liikenne. Ympäristömielessä paras mahdollinen tuotanto on tietysti suhteellinen käsite. Jatkuvasti tehdään uudistuksia, joiden seurauksena tapahtuu parannusta. Yritykset eivät voi jäädä paikalleen, jos mielivät säilyttää asemansa ympäristöystävällisinä tuottajina.

Kuvio 12 Puhtaat teknologiat ja niiden kasvu



Lähde: Helmut Kaiser Consultancy ja Etlatieto Oy, Sitran ympäristöohjelma.

Neljäs ympäristöliiketoiminnan osa-alue on teknologian tuotanto näiden kolmen ympäristöliiketoiminnan tarpeisiin, niin sanottu *puhdas teknologia*. Teknologiaa tuotetaan piipunpääaloille ja kestäväan tuotantoon sekä ympäristömyönteisempää teknologiaa tavanomaisen tuotannon aloille. Tärkeä teknologia-alue on myös erilainen *mittaus- ja säätöteknologia*, jota tarvitaan ympäristön tilan, päästöjen ja muiden ympäristövaikutusten tarkkailuun.

Tämä puhtaiden teknologioiden (clean tech) tuotanto on nopeimmin kasvava liiketoiminta-alue ympäristöliiketoiminnassa. Saksalainen ympäristöalan konsulttitoimisto Helmut Kaiser Consultancy arvioi Sitran ympäristöohjelmalle tekemässään arvioissa ympäristöliiketoiminnan kasvavan noin 16 prosenttia vuodessa vuoteen 2025.

Suomen kone- ja metallituoteteollisuudella on teknologiaa kaikille ympäristöliiketoiminnan osa-alueille. Konventionaalisten alojen ympäristömyönteisen tuotannon teknologia on näistä laajamittaisinta. Tästä esimerkkeinä ovat sellu- ja paperiteollisuuden koneet ja laitteet, kaivostoiminnan ja malmien rikastuksen teknologia sekä energiantuotannon teknologia. Tulevina vuosina kotimaisten kaivosten ympäristöongelmat tarjoavat haastavia mahdollisuuksia kehittää uutta ympäristömyönteistä kaivosteknologiaa, jolle Tekesin Green Mining -ohjelma tarjoaa rahoitusta.

#### Uusiutuvassa energiassa mahdollisuuksia

Uusiutuva energiateknologia on merkittävä osa puhdasta teknologiaa. Se pitää sisällään energiantuotannon auringosta, vesivoimasta, tuulesta, maa- ja kalliolämmöstä sekä bioenergiasta. Näistä Suomen vahvuus on bioenergia. Suomi on kansantalouden pienestä koosta huolimatta erikoistuneimpia maita biopolttoaineiden keruu- ja tuotantoteknologiassa sekä polttoteknologiassa ja polton aiheuttamien päästöjen puhdistamisessa.

Tyypillisesti huomio on keskittynyt mekaaniseen bioenergiaan ja energiantuotantoon mustalipeästä selluntuotannon yhteydessä. Vahvuusalueita ovat esimerkiksi metsäkoneet, jotka pysyvät keräämään tehokkaasti energiapuuta (monirunkokaato), haketus- ja pelletointilaitteet, polttimot ja tulipesät sekä kokonaiset kattilalaitokset.

Tulevaisuudessa nestemäisen bioöljyn tuotanto lisääntyy. Sitä käytetään energiantuotannon lisäksi myös liikenteen polttoaineena. Alan tuotanto on nopeasti viriämässä pienimuotoisissa bioöljyjalostamoissa. Pyrolyysiöljyä jalostamaan perustetaan keskikokoisia, investointikustannuksiltaan noin 50 milj. euroa maksavia laitoksia. Metsäteollisuudella on yhdessä yhteistyökumppaniensa (Vapo, Neste Oil, VTT) kanssa perusteilla kaksi tai kolme suurta referenssilaitosta investointikooltaan noin 500 miljoonaa euroa, joille parhaillaan odotetaan EU:n tukipäättöksiä. Lisäksi mäntyöljystä jatkojalostetaan tuotteita laajassa mittakaavassa. Suomesta on tulossa bioöljyvaltio. Näin kotimaa tarjoaa parhaan mahdollisen koelaboratorion alan laitetuotannolle.

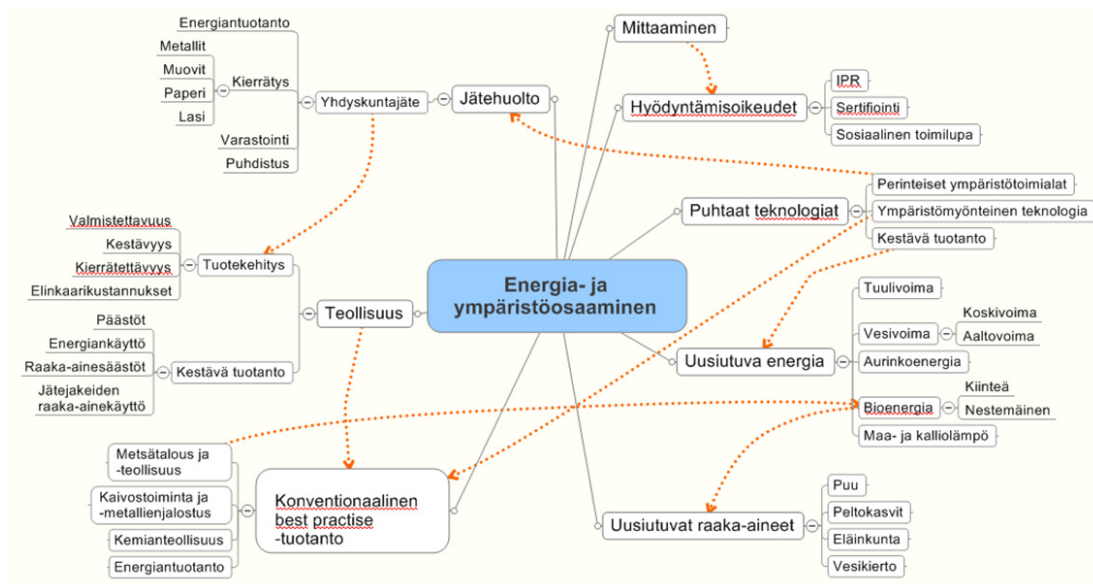
Merkittävä osa suomalaisesta energiateknologiasta soveltuu energian tuotantoon sekä fossiilisista että uusiutuvista polttoaineista. Kattilalaitoksissa voidaan polttaa hiiltä, öljyä, turvetta sekä biopolttoaineita ja jätteitäkin. Moottorivoimalaitoksiin soveltuvat polttoaineiksi polttoöljyt, diesel, maa- ja biokaasut sekä bioöljyt. Tärkeää on näiden laitosten kehittäminen biopolttoaineille yhä sopivammaksi ja laitosten tarjoaminen asiakkaille, joilla on käytettävissään biopolttoaineita.

Myös energiansäästöön teknologia on keskeistä suomalaista osaamista. Energiaa säästyy esimerkiksi sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa ja niihin liittyvissä kauko- ja keskuslämmitysjärjestelmissä, joita vielä voidaan täydentää kaukokylmän keskitetyllä tuotannolla. Näissä järjestelmissä polttoaineiden energiasisältö saadaan maksimaalisesti käytettyä. Hyvä esimerkki energiansäästöön teknologiasta ovat taajuusmuuttajat, jotka ovat viennin arvoltaan suurin yksittäinen suomalainen energiansäästötuote.

Tuulivoimassa ja aurinkoenergiassa suomalainen kone- ja metalliteollisuus ei ole kyennyt suoriutumaan odotusten mukaisesti. Osaltaan kyse on ollut siitä, että niissä ei ole kyetty hyödyntämään tehtyjä innovaatioita teollisessa mittakaavassa. Osaltaan on esteenä ollut se, että kotimaassa ei ole saatu aikaiseksi riittävästi referenssikohteita. Tuulivoimaa rakastetaan julkisesti, mutta laitoksille ei anneta käytännössä lupia. Kolmas tärkeä syy kehittymättömyyteen on ollut suurten konepajayritysten haluttomuus lähteä aurinkovoiman ja tuulivoiman tuotantoon. Nämä kaksi teknologia-aluetta kasvavat uusiutuvasta energiasta nopeimmin. Niissä on vieläkin hyviä mahdollisuuksia kasvuun.

Uusiutuvasta energiasta hyödytään yllättävästi yhdistämällä siihen tavanomaista energiateknologiaa. Sääolosuhteiden takia aurinko- ja etenkin tuulivoima tuottavat hyvin vaihtelevasti sähköä. Ne tarvitsevat vara- ja säätövoimaa, jotka voidaan tuottaa esimerkiksi diesel- ja kaasumoottorivoimalaitoksilla. Tuuli- ja aurinkovoimalaitosten liittämiseksi sähköverkkoon tarvitaan inverttereitä ja muuntajia, joista suomalaiselle sähkötekniiselle teollisuudelle on avautumassa kasvava markkinarako. Myös älykäs sähköjärjestelmä on lupaava kehitysalue.

Kuvio 13 Energia- ja ympäristöosaamisen sisältöjä



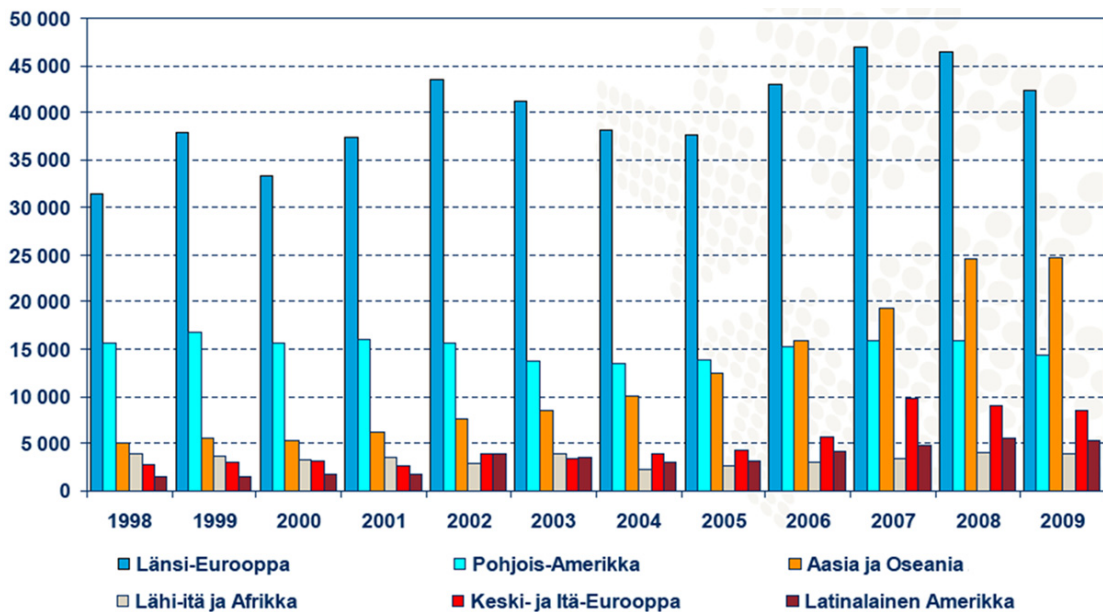
Lähde: Etlatiето Oy, Hannu Hernesniemi.

### Kansainvälistyminen

Suomalainen kone- ja metallituoteteollisuus on kansainvälistynyt rivakkaan tahtiin 2000-luvulla. Vuonna 2000 ulkomaisen henkilöstön määrä oli alle puolet kotimaisen henkilöstön määrästä. Vuonna 2010 kotimaassa oli henkilöstöä runsaat 120 000 ja ulkomailla jo 100 000. Ulkomaisen henkilöstön kehitys on esitetty kuviossa 14. Viime vuosina henkilöstön määrä on kasvanut erityisesti Aasiassa, joka on henkilökuntamäärässä jo selvästi suurempi kuin Pohjois-Amerikka. Suurin osa henkilökunnasta on silti Länsi-Euroopassa. Keski- ja Itä-Euroopan henkilöstömäärä ehti jo kasvaa 10 000:een, mutta on viime vuosina hieman vähentynyt. Sen sijaan henkilöstömäärä latinalaisessa Amerikassa jatkaa kasvuaan.

Mikä on johtanut toiminnan kansainvälistymiseen? Voidaan sanoa, että suomalaisen kone- ja metallituoteteollisuuden strategia oli varsin pitkään vientistrategia, jossa pääosa henkilöstöstä oli Suomessa. Vientikohtaisiin perustettiin projektiorganisaatioita tarpeen mukaan. Palveluja vientimaissa ei juuri ollut. Kone oli tästä harvinainen poikkeus. Sitä pidettiin ennen Nokiaa eräänlaisena kansainvälistymisen yliopistona.

**Kuvio 14 Suomalaisen konepajateollisuuden henkilöstö maanosittain**



Lähde: Teknologiateollisuus ry, henkilöstökysely.

1990-luvulta lähtien yritysten strategia muuttui ja erityisen voimakkaana muutos on näkynyt 2000-luvulla. Johtavat yritykset ovat kansainvälistyneet perustamalla uusia yksiköitä toimintansa kannalta tärkeille mantereille ja ostamalla kilpailijoidensa yksiköitä. Aluksi pääpaino oli tuotantoyksiköissä. Nyt ja tulevaisuudessa rakennetaan myynti-, huolto- ja kunnossapitoverkostoja sekä hankintaorganisaatioita. Yritykset panostavat yhä enemmän kansainväliseen palveluverkkoon. Taulukoon 4 on listattu suurimmat konepajayritykset ja kotimaisten yritysten osalta niiden maailmanlaajuinen henkilöstömäärä.

**Taulukko 4 Eniten Suomessa työllistäneet koneteollisuuden yritykset ja niiden globaali henkilöstö v. 2010**

| <i>Yritys</i>                | <i>Tuotteet</i>   | <i>Henkilöstö Suomessa</i> | <i>Henkilöstö globaalisti</i> |
|------------------------------|---|----------------------------|-------------------------------|
| Metso                        | Maarakennus-, massa- ja paperikoneet, automaatio            | 9 389                      | 28 010                        |
| ABB Suomi (Sveitsi)          | Sähkö- ja automaatioteknologia                              | 6 959                      | 7 399                         |
| Wärtsilä                     | Laivojen ja voimalaitosten koneet                           | 3 395                      | 17 623                        |
| Konecranes                   | Nosto- ja siirtolaitteet                                    | 1 910                      | 9 904                         |
| Sandvik Mining & C. (Ruotsi) | Louhinta- ja murskauskoneet, materiaalinkäsittely           | 1 844                      | 4 477                         |
| Kone                         | Hissien ja liukuportaiden valmistus, asennus, kunnossapito  | 1 790                      | 33 935                        |
| Valtra (USA)                 | Traktorien valmistus  | 1 729                      | 1 729                         |
| Moventas (Ruotsi)            | Tuuliturbiinit ja voimansiirtoratkaisut, huolto ja ylläpito | 1 140                      | 1 349                         |
| Andritz Suomi (Itävalta)     | Paperi- ja kartonkikoneet                                   | 1 106                      | 1 106                         |
| Maintpartner                 | Teollisuuden kunnossapito                                   | 1 063                      | 1 262                         |
| Hollming                     | Teknoliateollisuuden monialayhtiö                           | 1 006                      | 1 160                         |
| EM Group                     | Sähköjälkelaitteet  | 875                        | 1 790                         |
| Cargotec                     | Nosto- ja siirtolaitteet                                    | 860                        | 11 777                        |
| Sulzer Pumps (Sveitsi)       | Pumput ja sekoittimet                                       | 806                        | 806                           |
| Ponsse                       | Metsäkoneiden tuotanto ja huolto                            | 805                        | 1 044                         |
| Stora Enso Saimaa S.         | Paperikoneiden korjaus ja huolto                            | 770                        | 770                           |
| Efora                        | Kunnossapito ja engineering-palvelut                        | 767                        | 767                           |
| PKC Group                    | Kaapelitojen ja elektroniikan suunnittelu ja valmistus      | 756                        | 5 588                         |
| John Deere Forestry (USA)    | Maa- ja metsätalouuskoneet                                  | 745                        | 745                           |
| SKS Group                    | Sähkö- ja konetekniikan tuotteet sekä sopimusvalmistus      | 708                        | 718                           |
| Oras                         | Hanat   | 651                        | 1 132                         |
| Vacon                        | Taajuusmuuttajat  | 631                        | 1 131                         |
| Fläkt Woods (Ranska)         | Ilmankäsittelykoneet ja ilmanvaihtoratkaisut                | 623                        | 623                           |
| Kemppi                       | Hitsauslaitteet   | 589                        | 717                           |
| Sampo-Rosenlew               | Leikkuupuimurit, harvesterit                                | 562                        | 571                           |
| Patria Land & Armament       | Taisteluaajoneuvot ja -järjestelmät                         | 529                        | 529                           |
| Botnia mill Service          | Kunnossapitopalvelut  | 527                        | 527                           |
| Helvar Merca                 | Valaisimien osat ja tehdasautomaatiojärjestelmät            | 508                        | 663                           |
| Halton Group                 | Sisäilmatuotteet ja ilmanvaihtoratkaisut                    | 503                        | 1 115                         |
| Glaston                      | Lasiteonkologia   | 483                        | 1 519                         |

Lähde: Tilastokeskuksen yritysrekisteri ja Asiakastieto.

Kooltaan johtavat suomalaiset yritykset ovat noin kymmenesosa maailman johtaviin koneteollisuusyrityksiin verrattuna. Japanilaisen kodinkonevalmistajan Panasonicin henkilöstö on lähes 370 000 ja sähköjälkelu- ja valvontalaitteita valmistavan Hitachin 360 000. Saksalainen voimakäyttöisten käsityökalujen valmistaja Robert Bosh työllistää 280 000 henkilöä ja kiinalainen paristojen ja akkujen valmistaja BYD Company 180 000 henkilöä. Suomessakin työllistävällä ranskalaisella Schneider Electricillä on henkilöstöä 123 000. Nämä yritykset valmistavat tuotteita massamarkkinoille. Suomalaiset yritykset painotuvat räätälöityyn piensarjatuotantoon ja tuotantovälinemarkkinoille, joilla toisaalta on parempi potentiaali palveluille ja varaosatoimituksille.

ETLAssa meneillään olevassa projektissa selvitetään eri valmistajien arvoketjuja ja pilkotaan niitä eri toimittajien kasken ja eri markkinoille. Projektin viimeisin julkaisu on ilmestynyt nimellä Kenelle arvoketju hymyilee? Sen mukaan on selvästi havaittavissa, että Suomen kaltai-

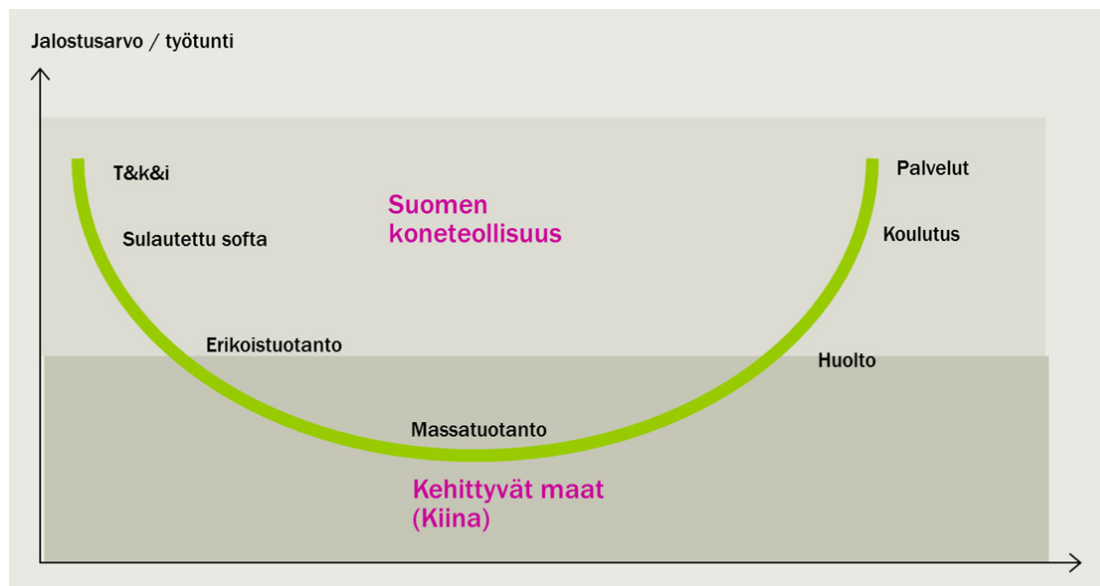
sessä kehittyneessä maassa kannattaa keskittyä eniten lisäarvoa luoviin toimintoihin, jotka sijoittuvat arvoketjun alkuun ja loppuun. Sen sijaan massatuotteita kannattaa valmistaa Kiinan ja Intian kaltaisissa maissa, joissa on käytettävissä runsaasti edullista työvoimaa ja joiden markkinat kasvavat nopeasti. Elintason ja kustannusten noustessa tuotanto siirtyy vielä edullisempiin maihin, joissa talous alkaa nousta.

Varsin monessa koneteollisuuden yrityksessä tutkimus, kehitys ja innovointi tapahtuu Suomessa samoin kuin erikoistuneempi tuotanto. Myös myyntiä ja markkinointia, koulutusta sekä huoltoa ja kunnossapitoa johdetaan Suomesta, vaikka toki käytännön henkilöstö on markkina-alueilla. Myös pääkonttoritoiminnot kuuluvat näihin palveluihin. Varsinkin edullisia komponentteja, joita voidaan valmistaa sarjatyönä, tuodaan kehittyvissä maissa sijaitsevilta ali-hankkijoilta. Arvoketjut pilkkoutuvat osaaville ja kustannustehokkaille valmistajille eri maihin.

Gloaalissa kilpailussa on meidän kanssamme selvästi samanlaisia maita. Saksalla, Itävallalla ja Ruotsilla on samanlaisia tuotteita kuin meillä. Nämä yritykset selvästi kilpailevat eri markkinoilla samoista henkilöistä ja tuotantoresursseista sekä markkinoista. Saksa poikkeaa Suomesta sikäli, että maan yrityksillä on tavattoman vahva komponenttituotanto, joka erikoistumisen ja palkkamaltin avulla on pysynyt globaalisti kilpailukykyisenä. Voisi sanoa, että Saksa on maailman koneteollisuuden erikoiskomponenttien tuottaja.

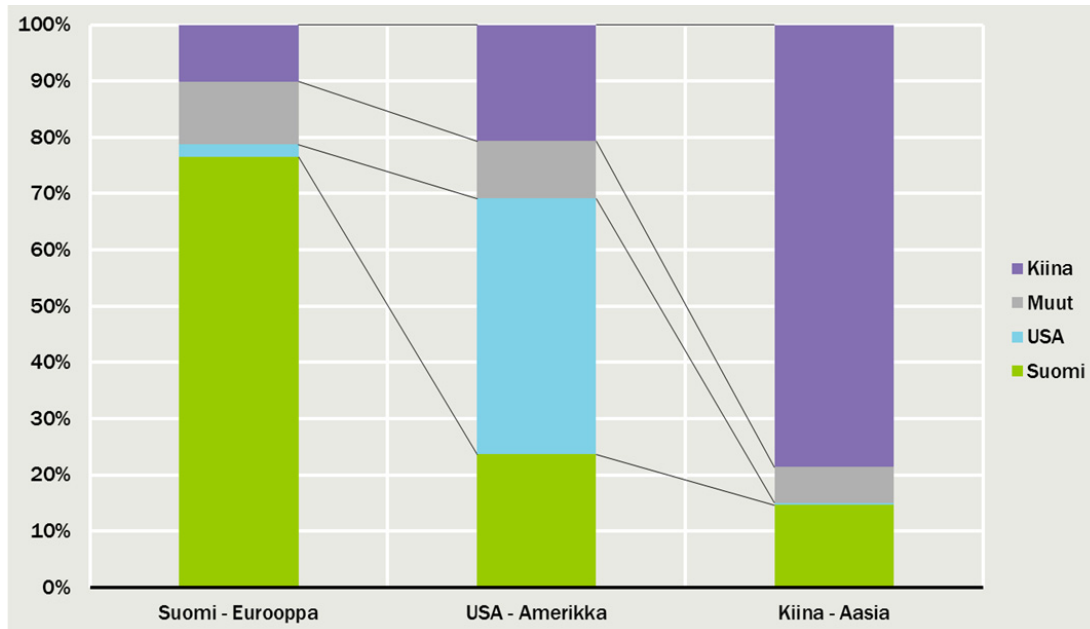
Voidaan perustellusti todeta, että monissa tuotantoketjuissa eri toiminnot näyttävät keskittyvän niihin erikoistuneille toimittajille. Klassisena esimerkkinä on intialaisten ohjelmistosaaminen, joka näkyy myös siten, että yritykset ovat kansainvälistyneet ohjelmistoliiketoimintaan oman työvoiman turvin eri maihin.

**Kuvio 15 Teollisuuden toimintojen jakautuminen lisäarvon mukaan Suomen ja kehittyvien maiden välillä**



Lähde: Perustuu kirjaan Pajarinen – Rouvinen – Ylä-Anttila: Kenelle arvoketju hymyilee? Koneteollisuus globaalissa kilpailussa. Sitra 297.

**Kuvio 16 Eri mantereilla valmistetun saman koneen jalostusarvon jakautuminen maanosittain**



Lähde: Perustuu kirjaan Pajarinen – Rouvinen – Ylä-Anttila: Kenelle arvoketju hymyilee? Koneteollisuus globaalissa kilpailussa. Sitra 297.

Toisaalta läsnäolo eri markkinoilla ja kuljetuskustannusten nousu johtaa todennäköisesti eri tuotteiden valmistumisen keskittymiseen mantereittain. Kypsillä aloilla johtavan aseman saavuttaa tavallisesti 1–5 yritystä. Ne pyrkivät läsnäoloon eri mantereilla. Tuottamaan tuotteet markkinoiden keskellä ja tekemään hankinnat lokaalisti, mikäli kyse ei ole erikoiskomponenteista tai yrityksen kannalta strategisesta osasta tuotantoa. Maanosittaisesta tuotannosta on kuviossa 16 esimerkki, jossa suomalaisyritys valmistaa samaa konetta kolmella eri mantereella. Kussakin suurin osa arvosta syntyy kyseessä olevalla mantereella.

Kansainvälistymisen keskeinen ongelma on pienten ja keskisuurten yritysten vähäinen halukkuus ja kyky kansainvälistyä. Tähän vaikuttavat monet syyt kuten yritysten pieni koko sekä vähäiset taloudelliset ja henkiset resurssit. Monessa perheyrietyksessä ei ymmärrettävästi uskalleta riskeerata edellisten sukupolvien hankkimaa omaisuutta. Kun suuret kotimaiset päämiehet ovat kansainvälistyneet ja aloittaneet hankinnan eri mantereilta ja jopa tuovat niistä raaka-aineita ja komponentteja Suomeen, markkinat ovat rajoittuneet.

Maanosittaisten markkinoiden muodostuminen on selkeä strateginen mahdollisuus. Suomessa toimivat yritykset voivat olla kilpailukykyisiä Euroopan markkinoilla. Toinen mahdollisuus on erikoistuminen ja maailmanmarkkinoiden valloittaminen suhteellisen kapeissa niche-markkinoissa.

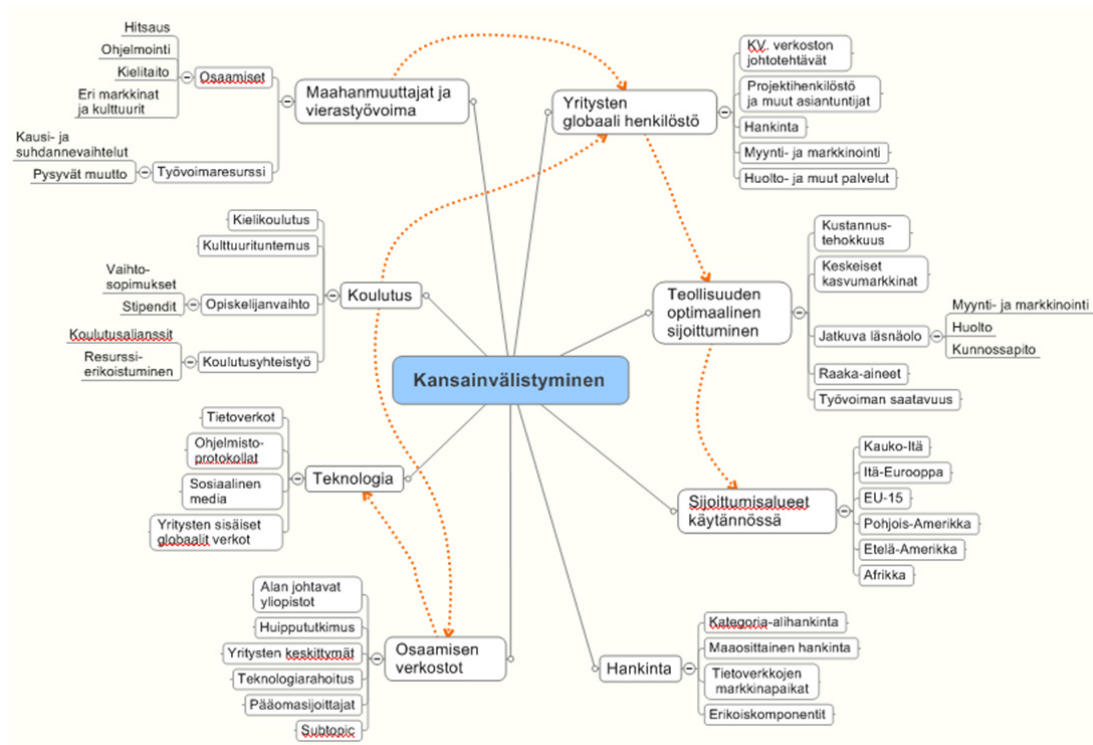
#### Voimaa kansainvälistymiseen

Kansainvälistymisen pullonkauloja voidaan avata monilla tavoilla, kun katsotaan alla olevaa erittelyä kansainvälistymisestä:

- Isoissa yrityksissä on henkilöstöä kansainvälisessä verkostossa ulkomailla tai henkilöitä, joille kertyy matkapäivien puitteissa runsaasti kokemusta eri maista. Tämän henkilöstön siirtyminen pieniin ja keskisuuriin yrityksiin parantaa niiden kansainvälistymiskykyä.
- Isoilla kansainvälisillä yrityksillä on hankintaorganisaatioita, joihin suomalaiset yritykset voivat pyrkiä yhtäläillä kuin ulkomaalaiset toimittajat suomalaisiin yrityksiin. Ulkomaalaisen yrityksen Suomessa toimivan yksikön kautta voi avautua mahdollisuuksia viedä tai sijoittaa tuotantoa muiden maiden tytäryhtiöille.
- Maahanmuuttajat ovat kielitaitoisia ja tuntevat kotimaidensa kulttuurin ja kauppatavat. Heitä systemaattisesti rekrytoimalla uusille markkinoille pääsyä voi helottaa. Sama pätee ulkomaisiin opiskelijoihin, joita voi käyttää markkinatutkimusten tekoon.
- Koulutuksen ja tutkimuksen verkostot ovat erittäin hyödyllisiä kansainvälistymisessä. Opiskelijavaihdon kautta on alkanut monen yrityksen kansainvälisten osaajien ura.
- Alihankkijayritykset voivat kansainvälistyä myös tuomalla komponentteja päämiehilleen. Tämä on jo selvästi havaittava ilmiö niissä komponenteissa, joissa oma kustannuskilpailukyky ei riitä. Tuonnilla voi myös päästä kokonaisten järjestelmien toimittajaksi.

Kuviossa 17 on systematisoitu kansainvälistymisen erilaisia sisältöjä. Ilmiö on erittäin monitahoinen alkaen kielten, kulttuurin ja markkinoiden tuntemuksesta. Koulutus- ja tutkimus sekä yrityskeskittymät muodostavat oman kokonaisuutensa. Tyypillisesti eri alojen huippuosaaminen ja dynaamisin kehitys on keskittynyt maantieteellisesti muutamiin pisteisiin maailmal-

Kuvio 17 Kansainvälistymisen sisältöjä



Lähde: Etlatieto Oy, Hannu Hernesniemi.

la, joihin kannattaa luoda yhteyksiä. Yritysten sijoittuminen optimaalisesti hankintaverkon ja markkinoiden suhteen on oma taiteen lajinsa. Muuttoliikkeet – maahanmuutto ja maastamuutto – vievät yksilöitä. Tyypillisesti esimerkiksi maahanmuuttajien henkisiä kykyjä selvästi alihyödynnetään niin koulutuksessa kuin työelämässäkin.

#### **Laadullisesta ennakoinnista opetuksen sisältöihin**

Tässä työssä ei ajan ja resurssien niukkuuden takia päästy muuttamaan tulevaisuuden tärkeitä osaamisalueita ja niiden takana olevia kehitystrendejä opetussuunnitelmien sisällöiksi. Tosin jokaisessa osaamisalueessa on sisältöanalyysi, jota voi käyttää opetussuunnitelman laatimisessa ja yksittäisten kurssien tai laajempienkin opetuskokonaisuuksien ohjeellisena sisällysluettelona.

Käytännössä opetus tietysti voi ja on syytäkin poiketa alueiden ja niiden yritysten tarpeiden mukaisesti. Yhteistyötä käytännön opetuksen ja opetusprojektien sisällöissä kannattaa tehdä yritysten kanssa. Myös yritykset voivat olla tässä aktiivisia. Liitteessä 2 on havainnollinen esimerkki yrityksen monipuolisesta oppilaitosyhteistyöstä, jolla yritys konkreettisesti on parantanut tulevaisuuden kilpailukykyään.

## **5 Rajapinnat klustereihin ja lähitoimialoihin**

Työn kuluessa tekijälle hahmottui käsitys siitä, että tietyt muutostrendit ovat eri toimialoille yhteisiä ja niiden laadullisessa ennakoinnissa ja koulutuksen suunnittelussa kannattaa pyrkiä laaja-alaiseen yhteistyöhön. Näitä yhteistyöalueita ovat seuraavat:

- ICT:n käyttö koneissa, esineissä ja teollisissa prosesseissa. Keskeisiä moottoreita tässä on ohjelmistoala ja sähkö- ja elektroniikkateollisuus. Sulautettujen ohjelmistojen kautta Suomelle tyypillinen sovellutusalue on kone- ja metallituoteteollisuudessa, jossa ohjelmistoja tarvitaan erilaisissa liikkuvissa ja kiinteissä työkoneissa ja teollisuuden tuotantoprosesseissa. Päivittämällä ohjelmistoja, koneiden tehoja, ympäristöystävällisyyttä, käytettävyyttä, turvallisuutta ja monia muita ominaisuuksia voidaan parantaa. Esineiden internetiä voidaan soveltaa metallituoteteollisuuteen. Vastaavia käyttökohteita voidaan löytää esimerkiksi rakennustuoteteollisuudesta, huonekaluteollisuudesta, vaatetusteollisuudesta ja elintarviketeollisuudesta. Esineiden internetillä on runsaasti käyttöympäristöjä asumisessa, liikenteessä, kaupassa ja palveluissa.
- Hankintatoimi on kone- ja metallialan yrityksissä erittäin tärkeä, koska lähes 80 % tuotteiden arvosta hankitaan. Sen taitavalla hoitamisella yritykset voivat tiukentuvassa kilpailutilanteessa säilyttää kannattavuutensa. Hankinnan osaaminen on yhtä tärkeää monella muulla alalla esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa. Hankinnan koulutus on vähäistä verrattuna myynnin ja markkinoinnin koulutukseen puhumattakaan laskenta-toimen koulutuksesta, vaikka sillä on yhtä tärkeä funktio yrityksen kannalta. Hankinnan toimintatavat poikkeavat alakohtaisesti, mutta ovat periaatteiltaan ja monilta vaadittavilta taidoilta suhteellisen samanlaiset, mikä puoltaa laajaa laadullisen ennakoinnin ja koulutuksen yhteistyötä.
- T&K&I:n, tuotannon ja niihin liittyvien palveluiden kansainvälistyminen koskettaa monia toimialoja. Elektroniikkateollisuus, kone- ja metalliteollisuus ja metsäteollisuus kulkevat eturintamassa, mutta muutkin alat, esimerkiksi kauppa ja rakentaminen ovat

kovaa vauhtia kansainvälistymässä. Kielten, kulttuurien ja eri markkinoiden osaaminen ovat avaimia kansainvälisyyteen. Näiden alojen koulutus on tarkoituksenmukaista hoitaa yhdessä ja pääosin jo peruskoulutuksen yhteydessä. Tehoa koulutukseen saadaan opiskelijavaihdolla, jota on syytä harjoittaa myös ammatillisessa koulutuksessa. Myös jo ammatissa toimiva henkilöstö tarvitsee kielen, kulttuurien ja talousmaantiedon koulutusta vaikkapa ne sovitut kolme päivää vuodessa.

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämä selvitys on kone- ja metallialan koulutuksen laadullisen ennakkoinnin esitutkimus. Aluksi on tarkasteltu lyhyesti ennakointimenetelmiä. Sen jälkeen on määritelty kone- ja metalliala, sen laajuus ja työntekijämäärän viimeaikainen kehitys. Tärkeintä antia on kuitenkin tulevaisuuden tärkeiden osaamisalueiden ja niihin vaikuttavien kehitystrendien määrittely ja viiden keskeisimmän osaamisalueen sisältöanalyysit.

### *Ennakointimenetelmistä*

Selvitys on tehty käyttämällä alan viimeisintä tutkimustietoa keskeisiksi koetuista kehitystrendeistä ja osaamisalueista. Ne asetettiin tärkeysjärjestykseen koulutustoimikunnalle tehdyllä kyselyllä. Viisi tärkeintä osaamisaluetta kehityspiirteineen ja sisältöineen analysoitiin.

Ennakointia voisi rikastaa ns. Q-menetelmällä, jossa laajempi joukko kehitystrendejä ja tulevaisuuden osaamisalueita olisi hyvin erilaisen vastaajajoukon avulla asetettu parivertailulla järjestykseen (samaa mieltä–eri mieltä -asteikolla) pakotettuun jakaumaan. Tästä saataisiin tulevaisuutta koskevat kehitysvektorit, joita sitten voitaisiin käyttää opetussisältöjen suunnittelussa.

Mikäli halutaan tehdä perusteellista ennakkoinnin kehitystyötä, voisi kokeilla Alankomaissa käytössä ollutta ennakointimenetelmää, jossa alan työtehtävät määritellään ja kyselyllä selvitetään niiden toistuvuus ja tärkeys. Vastausten perusteella (tilastollisella klusterianalyysillä) määritellään työn osa-alueet ja ammattiprofiilit. Asiantuntija-arvioilla sitten selvitetään työn osa-alueiden ja ammattiprofiilien muutokset riittävän pitkällä ajalla (ammatillisen koulutuksen uudistamisperiodi). Tätä aineistoa käytetään opetussuunnitelmatyön pohjana.

### *Tulevaisuuden osaamisalueet*

Tulevaisuuden tärkeimmät osaamisalueet ja niiden taustalla olevat kehitystrendit määriteltiin tutkijan ja koulutustoimikunnan yhteistyönä. Viisi tärkeintä osaamisaluetta olivat seuraavat:

1. Osaamisalue: Asiakasosaaminen  
Kehitystrendi: Asiakasosaaminen ja ratkaisukeskeisyys lisääntyvät, syvällisellä asiakasymmärryksellä synnytetään lisäarvoa
2. Osaamisalue: Tutkimus ja tuotekehitys ja niitä tukeva luovuus  
Kehitystrendi: Tuotekehityksen ja siihen liittyvien toimintojen merkitys kasvaa
3. Osaamisalue: Kansainvälistyminen  
Kehitystrendi: Tuotantoverkot globalisoituvat ja pilkkoutuvat, isot yritykset hoitavat tuotantoa ja markkinoita manterekohtaisesti

4. Osaamisalue: Tietotekniikka ja automaatio koneissa ja prosesseissa  
Kehitystrendi: Koneet sisältävät tulevaisuudessa yhä enemmän tieto- ja viestintäteknologiaa ja prosesseja automatisoidaan
5. Osaamisalue: Energia- ja ympäristö  
Kehitystrendi: Energia- ja ympäristöteknologiat ovat kone- ja metallituoteteollisuuden kasvualoja.

Näitä kutakin analysoitiin työssä ja esitettiin niiden keskeinen sisältö.

#### *Yhteiset osaamisalueet muiden alojen kanssa*

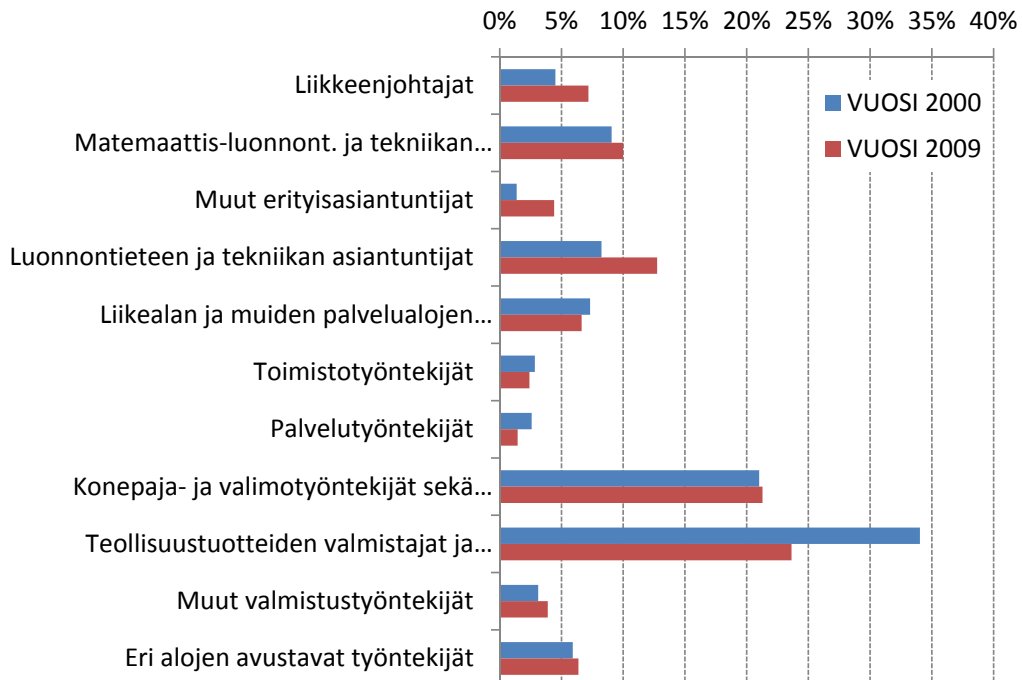
Yhteisiksi osaamisalueiksi, joiden koulutuksessa nyt on merkittäviä puutteita ja joiden koulutus voitaisiin hoitaa yhteistyössä muiden alojen kanssa, määriteltiin seuraavat:

- ICT:n käyttö ja sovellukset tuotannon koneissa ja laitteissa sekä prosesseissa ja arkipäivän esineissä (esineiden Internet).
- Hankintaosaaminen, joka on lähes yhtä tärkeä kuin myynti- ja markkinointiosaaminen, mutta jonka koulutus on näitä huomattavasti vähäisempää.
- Kansainvälityviä toimintoja tukeva kieli-, kulttuuri- ja markkinaosaaminen.

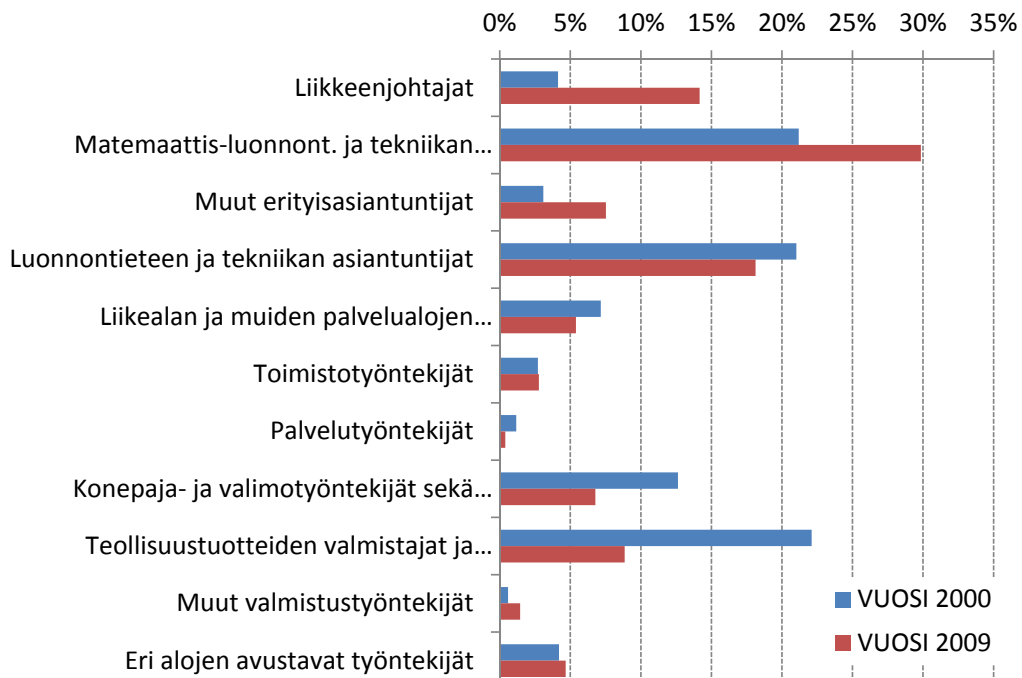
Työn lähdeluettelo muodostaa tärkeän osan selvityksestä, koska se muodostaa rautaisannoksen kone- ja metallialan työn sisältöjen ennakoititietoa, jonka toivoisi kuluvan kulutuksen suunnittelijoiden käsissä.

## Liite 1: Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden ammattirakenteet ja niiden muutos vuosina 2000–2009

### Sähkölaitteiden valmistus



### Elektroniikkateollisuus



## Liite 2:

### Esimerkki yrityksen oppilaitosyhteistyöstä

Perheyritys Hydroline Oy Siilinjärvellä suunnittelee ja valmistaa hydraulisylintereitä. Yhtiö on Suomen johtava hydraulisylintereiden valmistaja ja kuuluu maailman kehittyneimpiin alan yrityksiin. Hydroline Oy on perustettu vuonna 1962. Yhtiön liikevaihto oli 30 miljoonaa euroa ja työntekijöitä oli 180 vuonna 2011.

Yhdeksän kymmenestä Hydroline tuotteesta päätyy vientiin. Yhtiön asiakkaina on johtavia konevalmistajia: mm. Agco Group, Bronto Skylift, Cargotec, Catepillarin ja Mitsubishin yhteisyritys MCFE, John Deere, Junttan, Normet International, Patria ja Sandvik. Asiakkaille suunnitellaan ja valmistetaan räätälöityjä tuotteita. Kaikkiaan tuotannossa on 1 500 erilaista aktiivista mallia.

Hydroline tekee oppilaitosyhteistyötä eri oppilaitosten kanssa toteuttaakseen tulevaisuuteen liittyviä tavoitteitaan. Yritys pyrkii strategiseen kumppanuuteen, kirkastaa brändi-imagoa sekä varmistaa tekniikan, kaupallisen alan ja viestinnän tulevaisuuden ammattilaisten saatavuuden. Oppilaitosyhteistyö antaa myös lisää kehitystyöhön resursseja, mitkä yrityksissä usein ovat rajalliset. Seuraavassa on esimerkkejä yrityksen yhteistyöstä oppilaitosten kanssa:

#### *Tietämystä Kiinan ja Venäjän markkinoista*

Ammattikorkeakoulu Savonian International Business-kurssi tarjosi mahdollisuuden lisätä yrityksen markkinatietämystä. Kurssi rakentui puhtaasti Hydrolinen kanssa tehtävään yhteistyöhön. Opiskelijat jaettiin ryhmiin, jotka tutkivat Kiinan ja Venäjän markkinoita ja Hydrolinen mahdollisuuksia etabloitumiseen. Opiskelijaryhmät toteuttivat ”räätälöidyn” tutkimuksen kohdemarkkinoista. Yhteistyö oli tiivistä koko kurssin ajan. Järjestettiin vierailuluentoja, annettiin lähtietietoja ja tukimateriaalia. Opiskelijat koostuivat pääasiassa ulkomaisista opiskelijoista, kiinalaisista, venäläisistä ja muutama oli Vietnamista ja Nigeriasta. Kohdemarkkinoista saatiin tehokkaasti tietoa, koska kurssilla oli opiskelijoita, jotka hallitsivat kielen ja tunsivat entisen kotimaansa.

#### *Uuden sukupolven hydraulisylinterin lanseeraus*

Hydroline ja Savonia järjestivät kilpailun, jossa Savonian eri oppilaitosten opiskelijat suunnattiin yhteisesti suunnittelemaan näyttävä lanseeraus Hydrolinen uuden sukupolven hydraulisylinterille. Opiskelijoiden tarkoituksena oli suunnitella mekaaninen, toimiva laitteisto ohjausjärjestelmineen sekä laitteiston lisäksi kansainväliset standardit täyttävä messuilme. Kilpailuun osallistui 6 ryhmää, joiden kilpailutyöt yrityksen mukaan olivat erittäin korkeatasoisia. Tulokset julkistettiin 16.5.2012. Voittanut ryhmä oli Team Oranje, joka palkittiin 5 000 euron stipendillä. Ryhmän konseptit toivat parhaalla mahdollisella tavalla esille uuden älysylinterin edut selkeässä ja yksinkertaisessa muodossa. Ryhmän esitys oli kokonaisuutena erittäin ammattimaisesti toteutettu.

### *Rekrytointikoulutukset*

Hydroline ja Savon koulutuskuntayhtymä SAKKY ovat useaan kertaan järjestäneet rekrytointikoulutusta osaavan työvoiman kouluttamiseksi. Hydroline on kasvuyhtiö, ja kasvu on vaatinut lisää työvoimaa. Koulutuksen kautta on rekrytoitu yli 50 osaajaa. Koulutusta on toteutettu muuntokoulutuksena, jossa SAKKY:n opettajat ja Hydrolinen henkilöstö ovat suunnitelleet opinto-ohjelmat. Nyt SAKKY:n kanssa ovat alkamassa eri osa-alueiden täydennyskoulutukset. Merkittävässä roolissa olivat myös toimihenkilökoulutukset laskusuhdanteen aikana. Koulutus kiinnosti henkilöstöä ja sillä saatiin väki pysymään yrityksessä.

### *Hydrolinen kokemukset yhteistyöstä*

Hydrolinen kokemukset yhteistyöstä ovat olleet erittäin myönteiset. Kurssien aikana toteutettujen töiden laatu on ollut erinomainen ja ne ovat tarjonneet paljon hyvää ja käyttökelpoista tietoa. Merkittävää on myös se, että opiskelijat ovat saaneet käytännön kokemusta suomalaisen kasvuyrityksen haasteista. Muuntokoulutuksen johdosta yli 50 opiskelijaa on saanut työpaikan ja yrityksen kasvu on ollut mahdollista toteuttaa. Myös Hydrolinen markkinatietämys on lisääntynyt merkittävästi. Oppilaitosyhteistyö on mahdollistanut luonnollisesti myös yrityksen tunnettuuden kasvamisen opiskelijarintamassa ja eri oppilaitoksissa.

Yhteistyö on syventynyt merkittävästi viime vuosina. Seuraavaksi Hydroline suunnittelee järjestävänsä tulevaisuuden tehtaan suunnittelukilpailun, johon kutsutaan mukaan Savonia ja yliopistoja. Uuden sukupolven tehdasta tarvitaan, että suomalainen kilpailukyky säilytetään ja tulevaisuuden kasvomahdollisuudet varmistetaan.

*Lähde: Jukka ja Mikko Laakkosen, Hydroline Oy, esitelmä Osaajia Oppitehtaasta -päätösseminaarissa Kuopiossa 15.5.2012.*

## Lähdeluettelo

- Hernesniemi, Hannu (toim.) (2010), Digitaalinen Suomi 2020, Älykäs tie menestykseen, Teknologiateollisuus ry Helsinki, <http://www.teknologiainfo.net/Liiketoiminta/Uudet-liiketoimintamallit/Digitaalinen-Suomi-2020---alykas-tie-menestykseen/>
- Hernesniemi, Hannu ja Visanti, Marja-Liisa (2002), How to Define Occupational Content and Job Profiles. A Dutch Method Applied to Two Finnish Industries, ETLA DP no. 710, Helsinki.
- Jokinen, Minna ja Ronkainen, Jenni-Emilia (2010), Henkilöstöselvitys 2013, Teknologiateollisuus ry, Helsinki, <http://www.teknologiateollisuus.fi/file/10259/Henkilostjulkaisu2013finalnet.pdf.html>
- Juva, Kirsi ja Hynynen, Anna (2011), Oivallus, loppuraportti, Elinkeinoelämän keskusliitto, Helsinki, <http://ek.multiedition.fi/oivallus/fi/index.php>
- Karikorpi, Mervi, toim. (2008), Kone- ja metallituoteteollisuus 2020, Loppuraportti, Teknologiateollisuus ry, Helsinki <http://www.teknologiateollisuus.fi/file/1920/KOMEE2020loppuraportti.pdf.html>
- Meristö, Tarja, Leppimäki, Sami, Laitinen, Jukka ja Tuohimaa, Hanna (2008), Tulevaisuuden osaamistarpeet teknologiateollisuudessa 2020, yhteenvetoraportti toimialakohtaisista yritys-kyselyistä, Corporate Foresight Group, CoFi/Åbo Akademi ja Teknologiateollisuus ry, Turku, <http://www.teknologiateollisuus.fi/file/9260/Tulevaisuudenosaamistarp2020yhtveto.pdf.html>
- Mielityinen, Ida (2009), Suomi tarvitsee maailman parasta insinööriosaamista, Tekniikan Akateemisten Liitto TEK, Helsinki/Forssa, [http://www.tek.fi/ci/tekstra/opetuksen\\_laatu\\_final.pdf](http://www.tek.fi/ci/tekstra/opetuksen_laatu_final.pdf)
- Nikulainen, Tuomo, Ali-Yrkkö, Jyrki, Seppälä, Timo (2011), Softaa koneisiin! Ohjelmisto-osaaminen suomalaisen teollisuuden uudistajana. Julkaisija Teknologiateollisuus, Taloustieto Oy Helsinki.
- Pajarinen, Mika, Rouvinen, Petri ja Ylä-Anttila, Pekka (2012), Kenelle arvoketju hymyilee? Koneteollisuus globaalissa kilpailussa, Sitra 297, Helsinki, <http://www.etla.fi/julkaisuhaku.php?type=details&id=1967>
- Pajarinen, Mika, Rouvinen, Petri ja Ylä-Anttila, Pekka (2010), Missä arvo syntyy? Suomi globaalissa kilpailussa, ETLA B 247, Helsinki, <http://www.etla.fi/julkaisuhaku.php?type=details&id=1776>
- Timonen, Henni, Tuominen, Tarja ja Juva, Kirsi (2006), Palvelut 2020 – Osaaminen kansainvälisessä palveluyhteiskunnassa, Elinkeinoelämän keskusliitto, Helsinki, [http://www.hpl.fi/ek\\_suomeksi/osaaminen/tulevaisuuden\\_osaamistarpeet/palvelut2020/](http://www.hpl.fi/ek_suomeksi/osaaminen/tulevaisuuden_osaamistarpeet/palvelut2020/)
- Ylä-Jääski, Juha, Hannus, Jouko ja Laakso, Jussi-Pekka (2010), Liiketoiminnan ja teknologian linjaus (2010), Teknologiateollisuuden strategisen menestyksen avaimet – Miten varmistetaan menestys ja kilpailukyky pitkällä jännteellä, loppuraportti, Teknologiateollisuus ry ja Talent Partners Oy, <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/a/liiketoiminnan-ja-teknologian-linjaus.html>
- Poukka Lasse (2010), Osaamisen ennakointi meriteollisuudessa 2015–2025, Meriteollisuuden tilannekatsaus, Vipuvoimaa EU:lta, Koneteknologiakeskus Turku, Eurajoki.



## Aikaisemmin ilmestynyt ETLAn Keskusteluaiheita-sarjassa

### *Previously published in the ETLA Discussion Papers Series*

- No 1264 *Jari Hyvärinen*, Productivity: An International Comparison. 30.12.2011. 20 p.
- No 1265 *Jukka Lassila – Tarmo Valkonen – Juha M. Alho*, Fiscal Sustainability and Policy Rules under Changing Demographic Forecasts. 21.12.2011. 32 p.
- No 1266 *Reijo Mankinen – Olavi Rantala*, Ulkomaanliikenteen palveluiden arvonlisäverotuksen käyttöönoton vaikutukset laiva- ja lentoliikenteeseen. 11.1.2012. 29 s.
- No 1267 *Ville Kaitila – Pekka Ylä-Anttila*, Investoinnit Suomessa. Kehitys ja kansainvälinen vertailu. 30.1.2012. 34 s.
- No 1268 *Valeriy Naumov – Olli Martikainen*, Queueing Systems with Fractional Number of Servers. 21.3.2012. 11 p.
- No 1269 *Kari E.O. Alho – Nuutti Nikula*, Asevelvollisuus ja työmarkkinat. Varusmiespalveluksen vaikutus koulutukseen, työllisyyteen ja palkkaan. 29.3.2012. 25 s.
- No 1270 *Hannu Hernesniemi*, Merenkulun toimintaedellytykset, kilpailukyky ja julkisen talouden sopeuttamistoimet. Taustaselvitys valtiovarainministeriölle. 18.4.2012. 53 s.
- No 1271 *Petri Böckerman – Mika Maliranta*, Outsourcing, Occupational Restructuring, and Employee Well-being. Is There a Silver Lining? 11.4.2012. 28 p.
- No 1272 *Heli Koski*, The Role of Data and Knowledge in Firms' Service and Product Innovation. 24.5.2012. 18 p.
- No 1273 *Pekka Ylä-Anttila*, Sähkö-, elektroniikka- ja tietotekniikka-ala. Tuotantoketjut hajautuvat, osaamistarpeet muuttuvat. 29.5.2012. 16 s.
- No 1274 *Timo Harakka*, A New Narrative for Europe? Summary of a BRIE-ETLA Seminar. 31.5.2012. 10 p.
- No 1275 *Marcel Veenswijk – Henk Koerten – Jaap Poot*, Unravelling Organizational Consequences of PSI Reform. An In-depth Study of the Organizational Impact of the Reuse of Public Sector Data. 18.6.2012. 56 p.
- No 1276 *Heli Koski – Pertti Kiuru – Jaana Mäkelä – Marjut Salokannel*, Julkinen tieto käyttöön. 19.6.2012. 9 s.
- No 1277 *Marjut Salokannel*, Julkisesta datasta avoimeen dataan. Julkisen datan lisensointi. 16.8.2012. 36 s.
- No 1282 *Kari E.O. Alho*, Targets, Models and Policies: A Quantitative Approach to Raising the EU Employment Rate. 29.8.2012. 18 p.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheita" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on mahdollista ostaa Taloustieto Oy:stä kopiointi- ja toimituskuluja vastaavaan hintaan.

*Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress. They are sold by Taloustieto Oy for a nominal fee covering copying and postage costs.*

Julkaisut ovat ladattavissa pdf-muodossa osoitteessa: [www.etla.fi/julkaisuhaku.php](http://www.etla.fi/julkaisuhaku.php)  
*Publications in pdf can be downloaded at [www.etla.fi/eng/julkaisuhaku.php](http://www.etla.fi/eng/julkaisuhaku.php)*

## ETLA

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos  
The Research Institute of the Finnish Economy  
Lönnrotinkatu 4 B  
00120 Helsinki

ISSN 0781-6847

Puh. 09-609 900  
Fax 09-601 753  
[www.etla.fi](http://www.etla.fi)  
[etunimi.sukunimi@etla.fi](mailto:etunimi.sukunimi@etla.fi)