

Olli Ventä

Älykkäät palvelut -teknologiatiekartta

Älykkäät palvelut -teknologiatiekartta

Olli Ventä

VTT Tuotteet ja tuotanto



ISBN 951-38-6464-2 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6465-0 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2004

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 456 1, fax + 358 9 456 4374

VTT Tuotteet ja tuotanto, Tekniikantie 12, PL 1301, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 6752

VTT Industriella System, Teknikvägen 12, PB 1301, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 6752

VTT Industrial Systems, Tekniikantie 12, P.O.Box 1301, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 6752

Toimitus Maini Manninen

Otamedia Oy, Espoo 2004

Ventä, Olli. Älykkäät palvelut -teknologiatiekartta [Intelligent systems and services – roadmap]. Espoo 2004. VTT Tiedotteita – Research Notes 2243. 71 s. + liitt. 11 s.

Avainsanat technology roadmapping, industrial service business, reference modelling

Tiivistelmä

Tämä julkaisu on tulosta Älykkäät palvelut -teknologiatiekarttatyöstä vuonna 2003. Työryhmän koordinaattorina oli aluksi tutkimusprofessori Matti Hakala, VTT Tuotteet ja tuotanto, ja elo-syyskuun vaihteen jälkeen johtava tutkija, tekniikan tohtori Olli Ventä, VTT Tuotteet ja tuotanto. Julkaisun keskeinen sisältö on muodostunut syksyn 2003 muutaman intensiivisen workshopin ja muiden tilaisuuksien perusteella. – Palveluliiketoiminnan kehittämisen suurimmat haasteet liittyvät liiketoimintamallien kehittämiseen. Tekniikkaa on paljon olemassa, osittain yli sen tarpeen, mitä liiketoiminta laajasti ottaen on valmis lyhyellä tähtämellä ottamaan käyttöön. Toisaalta tekniikkaa ei juuri ole kehitetty palveluliiketoimintalähtöisesti, tai tekniikan toimivuus on osoitettu vain yksittäisinä pilotteina. Kustannustehokkaaseen, tuotteisiin, työkaluihin ja referenssimalleihin perustuvaan, ammattimaiseen toteutustasoon pääsyyn vaaditaan vielä runsaasti ICT-kehitystyötä. – Palveluliiketoiminnan kehittämisen ohjaamisessa tulee muistaa, että sekä liiketoimintakonseptien ja -käytäntöjen että teknologioiden tulee edetä koherentisti vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa kehittyvät liiketoiminnat ja tekniikat monitoroinnin tasolle, vasta myöhemmin hajautetun operatiivisen tilan hallinnan tasolle. – Julkaisussa esitellään myös pragmaattinen metodi tuottaa teknologiatiekarttoja VTT-ympäristössä.

Ventä, Olli. Älykkäät palvelut -teknologiatiekartta [Intelligent systems and services – roadmap]. Espoo 2004. VTT Tiedotteita – Research Notes 2243. 71 p. + app. 11 p.

Keywords technology roadmapping, industrial service business, reference modelling

Abstract

This is a report of the Intelligent Services technology roadmapping activity carried out in 2003. The task force was first conducted by research professor Matti Hakala, VTT Industrial Systems, and from August 2003 on, by chief research scientist Olli Ventä, VTT Industrial Systems. The essential contents of the report have been built up during the intensive workshops and other activities during autumn 2003. The biggest challenges of the near future development of industrial service business are linked to the development of proper business models. The technology needed already exists to large extents, or at least what could be adopted in the near future business practices. On the other hand, respective technologies have not been developed from service business point-of-view, or the technologies have been proven merely in single pilot projects. To reach the level of professional engineering where systems are implemented using cost effective software products, tools, or reference models, plenty of ICT development work needs to be done. The technology roadmap also indicates that both business concepts or practices and technologies must evolve coherently. In the first phase, the business practices and technologies reach the measurement-monitoring level and, later on, the distributed operational state management level. The report also presents a pragmatic method to conduct technology roadmapping processes in VTT like organizations.

Alkusanat

VTT:n teknologiastrategiassa 2004–2007 on kahdeksan painoaluetta. Strategian toteuttamisen keskeisiä VTT-tason instrumentteja ovat toisaalta nk. strategiset teknologiateemat (4 kpl) ja toisaalta nk. strategiset hankealueet. Strategiset hankealueet (engl. Key Technology Actions) on uusi toimintatapainstrumentti, joka on otettu käyttöön vuoden 2003 alusta. Ne suunnataan erityisesti suurta liiketoimintapotentiaalia omaaville alueille. Tavoitteena on muodostaa luontevasti yksikköraajat ylittäviä, tarpeesta lähteviä suu-rehkoja kokonaisuuksia. Rahoitustavoitteena on kyetä kattamaan hankkeiden kustannuksista yli puolet VTT:n ulkopuolelta. Sisällöltään hankealueet ovat teknologiateemoja täydentäviä. Pragmaattisemmin VTT:llä on vuonna 2003 aloitettu kuuden teknologiatiekartan (Technology Roadmap) tms. laatiminen.

Tämä julkaisu on tulosta Älykkäät palvelut -teknologiatiekarttatyöstä vuonna 2003. Työryhmän koordinaattorina oli aluksi tutkimusprofessori Matti Hakala, VTT Tuotteet ja tuotanto, ja elo-syyskuun vaiheen jälkeen johtava tutkija, tekniikan tohtori Olli Ventä, VTT Tuotteet ja tuotanto. Julkaisun keskeinen sisältö on muodostunut syksyn 2003 muutaman intensiivisen workshopin ja muiden tilaisuuksien perusteella. Tämä julkaisu on myös ensimmäinen tilaisuus raportoida tekijän kokemuksia itse technology roadmap -tekniikasta, mikä näkyy julkaisun toteutuneesta sisällöstä.

Työryhmän vakiintunut kokoonpano loppuvuodesta 2003 on ollut Pentti Vähä ja Petteri Alahuhta VTT Elektroniiikasta, Raimo Launonen, Hannu Linna ja Olli Nurmi VTT Tietekniikasta, Jukka Hemilä, Pertti Peussa, Jari Kaikkonen ja Pasi Viitanen VTT Tuotteet ja tuotannosta, Risto Kulmala, Pekka Tuomaala, Merja Penttinen ja Mervi Himanen VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta sekä Mika Naumanen VTT Konsernipalveluista. Työkokouksien suunnittelussa ja vetämisessä on osittain käytetty apuna liikkeenjohdon konsultti Kalle Lainetta, Auros Consulting.

Loppuraportin editoijana haluan lausua parhaat kiitokset asiantuntevasta, rakentavasta, innostavasta ja uhrautuvastakin yhteistyöstä.

Olli Ventä

Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| Tiivistelmä..... | 3 |
| Abstract..... | 4 |
| Alkusanat..... | 5 |
| 1. Johdanto..... | 9 |
| 2. Älykkäät palvelut: Tehtävän rajauksesta..... | 10 |
| 2.1 Teollisuuden palveluliiketoiminta yleisesti..... | 10 |
| 2.2 Muut oleelliset lähtökohdat..... | 12 |
| 2.2.1 BestServ-projekti..... | 12 |
| 2.2.2 LATO-projekti – Tienrakennustyömaa tehokkaaksi langattomalla ohjaustietojen hallinnalla..... | 14 |
| 2.2.3 Älykkäät automaatiojärjestelmät -teknologiaohjelma (Tekes)..... | 15 |
| 2.2.4 Suuri joukko palveluliiketoimintaa sivuavia VTT:n projekteja..... | 19 |
| 2.3 Rajaus kohdealueittain..... | 20 |
| 3. Menetelmät..... | 21 |
| 3.1 Technology Roadmapping – yleistä..... | 21 |
| 3.2 Kokemuksia roadmap-työskentelystä..... | 23 |
| 3.3 Technology Roadmapping – sovitettu versio..... | 26 |
| 3.4 Analyysistä skaalautuva konsepti..... | 30 |
| 4. Analyysin tulokset..... | 33 |
| 4.1 Projektiaineiston tuottama analyysi..... | 33 |
| 4.2 Relevantteja konsepteja, referenssimalleja ja arkkitehtuureja..... | 35 |
| 4.2.1 Tuotannonohjaus / ISA-S95..... | 35 |
| 4.2.2 Panosohjaus / ISA-S88..... | 38 |
| 4.2.3 Kunnonvalvonta / MIMOSA – Machinery Information Open System Alliance..... | 40 |
| 4.2.4 Palvelut tietoliikenteessä / TINA..... | 42 |
| 4.2.5 eBusiness / RosettaNet..... | 43 |
| 5. Synteesi: Skaalautuva ISS-konsepti..... | 45 |
| 5.1 Palvelu teollisuudessa: ensimmäinen aalto..... | 47 |
| 5.1.1 Lähtökohdat..... | 47 |
| 5.1.2 Ensimmäisen aallon teknologiatiekartta..... | 49 |
| 5.1.2.1 Yleistä..... | 49 |
| 5.1.2.2 Tiekartan teknologinen nykytila..... | 50 |

| | | |
|---------|---|----|
| 5.1.2.3 | Lyhyen tähtäimen tavoitteet..... | 50 |
| 5.1.2.4 | Pidemmän aikavälin tavoitteita..... | 51 |
| 5.1.3 | Mahdollinen uusi konsepti..... | 52 |
| 5.2 | Palvelu teollisuudessa: toinen aalto..... | 53 |
| 5.2.1 | Toisen aallon teknologiatiekartta..... | 56 |
| 5.2.1.1 | Yleistä..... | 56 |
| 5.2.1.2 | Tiekartan teknologinen nykytila..... | 57 |
| 5.2.1.3 | Lyhyen tähtäimen tavoitteet..... | 58 |
| 5.2.1.4 | Tieteestä teolliseen käyttöön, menetelmähaasteet ratkaistu.. | 59 |
| 5.2.2 | Uudesta konseptista..... | 60 |
| 5.3 | Muut oleelliset kehityssuunnat..... | 61 |
| 5.3.1 | Human-System Interaction & Knowledge Management..... | 61 |
| 5.3.2 | Tekniikka ja liiketoiminta kehittymään tasapainoisesti..... | 63 |
| 6. | ISS Key Technology Actionin jatkonäkymät..... | 65 |
| 6.1 | Yleistä..... | 65 |
| 6.2 | ISS-roadmapin jatkuminen osana BestServ-foorumia..... | 66 |
| 6.3 | Mobile Applications in Business -selvitys vuonna 2004 (VTT Key Technology Action)..... | 66 |
| 6.4 | Pääomavaltaisen teollisuuden käyttöomaisuuden hallinnan menetelmät (VTT Key Technology Action)..... | 68 |
| 6.5 | Muu palveluliiketoiminta..... | 69 |
| | Lähdeluettelo..... | 70 |

Liitteet

Liite A: Projektiaineiston tuottama roadmap-analyysi

1. Johdanto

VTT:n teknologiastrategiassa 2004–2007 on **kahdeksan painoaluetta**

1. ICT-perusteknologiat
2. Tietoyhteiskunnan teknologiat
3. Tietoliikennejärjestelmät
4. Älykkäät järjestelmät ja palvelut
5. Kestävä teknologia
6. Teollinen biotekniikka
7. Innovatiiviset materiaalit ja rakenteet
8. Turvallisuus ja käyttövarmuus.

Strategian toteuttamisen keskeisiä VTT-tason instrumentteja ovat toisaalta nk. **strategiset teknologiateemat** ja toisaalta nk. **strategiset hankealueet**. Teknologiateemoja on neljä kappaletta: Tulevaisuuden tiedonsiirtoteknologiat (teemanvetäjä Markku Sipilä), Puhdas maailma (Liisa Viikari), Älykkäät tuotteet ja järjestelmät (Olli Ventä), Turvallisuus ja käyttövarmuus (Veikko Rouhiainen). Teknologiateemat ovat projektiyhdistelmiä, jotka ovat VTT-lähtöisiä ja pääosin VTT-rahoitteisiakin, merkittäviin tieteellisiin tai teknologialäpimurtoihin tähtääviä, ja niillä tulee olla merkittävä vaikuttavuus. Teknologiateemojen väliarviointi tehdään keväällä 2004.

Nk. strategiset hankealueet (engl. Key Technology Actions) on uusi toimintatapa-instrumentti, joka on otettu käyttöön vuoden 2003 alusta. Strategiset hankealueet suunnataan erityisesti **suurta liiketoimintapotentiaalia** omaaville alueille. Tavoitteena on muodostaa luontevasti **yksikköraajat ylittäviä, tarpeesta lähteviä suurehkoja kokonaisuuksia**. Rahoitustavoitteena on kyetä kattamaan hankkeiden kustannuksista **yli puolet VTT:n ulkopuolelta**. Sisällöltään hankealueet ovat teknologiateemoja täydentäviä. Pragmaattisemmin VTT:llä on vuonna 2003 aloitettu kuuden **teknologiatiekartan** (Technology Roadmap) tms. laatiminen: Ihminen-teknologiavuorovaikutus, Mikro- ja nanoelektoniikka, Rakennetun ympäristön turvallisuus, Älykkäät palvelut, Funktionaaliset materiaalit ja tuotteet, Biotieteiden uudet teknologiat.

Tämä raportti on tulosta Älykkäät palvelut -teknologiatiekarttatyöstä vuonna 2003. Työryhmän koordinaattorina oli aluksi tutkimusprofessori Matti Hakala, VTT Tuotteet ja tuotanto, ja elo-syyskuun vaihteen jälkeen johtava tutkija, tekniikan tohtori, Olli Ventä, VTT Tuotteet ja tuotanto. Julkaisun keskeinen sisältö on muodostunut syksyn 2003 muutaman intensiivisen workshopin ja muiden tilaisuuksien perusteella.

Tämä julkaisu on myös ensimmäinen tilaisuus raportoida tekijän kokemuksia itse technology roadmap -tekniikasta, mikä näkyy julkaisun toteutuneesta sisällöstä.

2. Älykkäät palvelut: Tehtävän rajauksesta

2.1 Teollisuuden palveluliiketoiminta yleisesti

Monet yritykset ja organisaatiot ovat asettaneet suuria odotuksia palveluliiketoimintaan (ks. esim. viite [MET03]). Markkinoiden nähdään olevan kasvussa. Pelkän tuotteiden myynnin osalta kustannustehokkuuskilpailun on koettu kiristyvän, mutta palveluliiketoiminnassa nähdään mahdollisuuksia huomattavankin katteelliseen toimintaan. Muutamat esimerkit maamme teollisuudesta puoltavatkin tätä näkemystä.

Palveluliiketoiminnan lajeja on olemassa hyvin suuri ja kirjavakin joukko. Esimerkkejä ovat huolto- ja kunnossapitopalvelut, etävalvonta, leasing, suunnittelupalvelut, koulutus, terveydenhuoltopalvelut, siivous, kuljetuspalvelut, ruokakauppa, rautakauppa, rakentamisen palvelut, kampaamotoiminta. Vaikka tässä hankealuekartoituksessa tarkoitus oli selvittää **teollisuuden palveluliiketoiminnan** nykytilaa ja tulevaisuutta, kohdealue jää edelleen huomattavan laajaksi, ja siten kohdealuetta on projektin aikana edelleen eri perustein kohdennettu ja karsittu.

Paitsi että palveluliiketoiminta eri esiintymismuodoissa ja ominaisuuksineen on sinänsä tärkeä, oleellista on edelleen todeta muutamat keskeiset teollisuuden valtavirrat, joita luonnehtivat mm. seuraavat, viimeaikaisessa strategisessa keskustelussa varsin tutuksi tulleet määritelmät: (mukaellen lähteestä [BESTSERV03])

Liiketoiminnan muutosprosessi = Uusi ajattelutapa tai paradigma, johon liiketoiminta on muuttumassa. Tämä prosessi kattaa laaja-alaisesti liiketoiminnan muutoksen lähtien organisaation kulttuurin muuttumisesta tuote ja palvelukonseptien muutokseen. Tarkoitetaan usein myös uudenlaisen ajattelutavan ja toiminnan implementointia liiketoimintaan.

Asiakkaalle tarjottava lisäarvo, asiakkaan kokema lisäarvo = se, mistä asiakas on valmis maksamaan.

Teolliset palvelut = Ahtaasti ymmärrettynä tuotteeseen liitettävät palvelut; esimerkiksi laitteen suunnittelu, asennus, ylläpito ja korjauspalvelut.

Elinkaari = koko tuotteen/palvelun elinkaari ideasta toteutukseen ja luopumiseen.

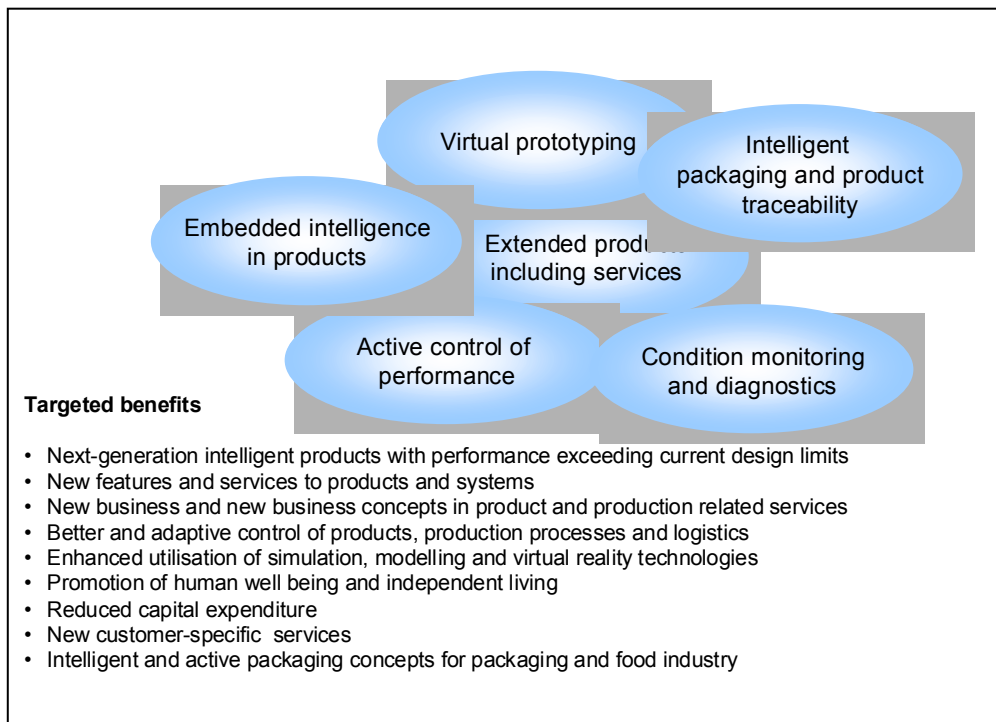
Tuote ja palvelu -konfigurointi = asiakkaalle/asiakassegmentille tarjotaan räätälöity tuote- ja palvelukokonaisuus.

Tuote ja palvelu -moduulit = asiakkaalle tarjotaan räätälöityjä tuote- ja palvelupaketteja, joista koostuu asiakkaalle lisäarvoa tuottava kokonaisuus.

Ratkaisu = yhdistyy tuote ja palvelu, tarjotaan asiakkaalle laajempia kokonaisuuksia.

Ratkaisujen elinkaaren hallinta = sisällöltään laajempi kuin tuotteen elinkaaren hallinta, sisältäen myös tuotteeseen liitettävän palvelun hallinnan.

Arvoverkonhallinta = asiakkaalle lisäarvoa tuottavan dynaamisen yritysverkoston hallinta.



Kuva 2.1. Initial domain focuses.

Älykkäät palvelut -hankealueen roadmap-työskentelyn alkupuolella teollisuuden palveluliiketoimintaa luonnehdittiin lisäksi seuraavilla kiteytyksillä:

– **Liiketoimintamallit ovat murroksessa:**

- Asiakkaille tarjotaan kokonaisratkaisuja, joissa palvelujen osuus kasvaa
- ICT:n hyödyntäminen perinteisessä teollisuudessa – tuotteissa ja liiketoiminnassa
- Verkottuminen lisääntyy
- Nopeus on menestystekijä tuotekehityksessä, valmistuksessa ja toimitusprosessissa
- Suomessa tapahtuva toiminta kohdistuu yhä enemmän tuotekehitykseen ja sitä tukevaan uustuotannon kehittämiseen
- Valmistukseen syntyy siihen erikoistuvia toimittajayrityksiä.

- Tuotantokeskeisestä työnjaosta siirrytään **palveluhakuiseen työnjakoon**.
- **Verkottuminen, liiketoimintajärjestelmä ja asiakkaan saama hyöty** ohjaavat ajattelua ja muuttavat työnjakoa. Työnjaon tuloksena syntyy uusi teollinen kulttuuri.
- Palveluhakuinen työnjako synnyttää **vuorovaikutteisia verkostoja**. Ne auttavat yrityksiä kehittämään uusia liiketoimintamalleja tuottamaan asiakkaille ja yhteiskunnalle palveluja niiden ehdoilla.
- **Teknologiat ja niiden integrointi** luovat uusia sovellusmahdollisuuksia.
- Nopeimmat askelet otetaan sovelluksissa, joissa
 - **asiakkaan saama hyöty** on ilmeinen, konkreettinen ja välitön
 - jo suhteellisen kypsää **teknologiaa yhdistetään** uudella tavalla
 - kynnys **sovelluksen hyödyntämiseen** on sekä asiakkaan että asiakkaan asiakkaan puolella suhteellisen matala.
- Parhaat edellytykset pitkän aikavälin onnistumisiin on alueilla, joilla jo on merkittävää toimintaa ja merkittäviä **toimijoita**, vahva **osaamis pohja**, **koulutusjärjestelmä ja T&K-infra** sekä **kokemusta** asiakkaista ja sovelluksista – perusta asioille, joissa Suomi voi olla todella hyvä globaalisti.
- Innovatiivisimmat sovellukset saattavat löytyä tilanteista, joissa muuttuvan työnjaon myötä toimija siirtää merkittävän vastuun tärkeässä asiassa **kumppanille**.

2.2 Muut oleelliset lähtökohdat

2.2.1 BestServ-projekti

Alla oleva tiivistelmä on suora lainaus projektin loppuraportista (ks. [BESTSERV03]).

BestServ-esiselvitysprojektin tavoitteena oli selvittää erityisesti suomalaisten kone- ja laitevalmistajien palveluliiketoiminnan (Industrial Services, IS) nykytila ja hyvät käytännöt, luoda lähtökohdat yritys- ja yritysryhmäkohtaisten tutkimus- ja kehitysprojektein käynnistämiseksi sekä määrittää suuntaviivoja palveluliiketoiminnan tutkimukselle ja tutkimusprojekteille. Esiselvitysprojektiin osallistui kahdeksan suomalaista yritystä: Metso Oyj, Wärtsilä Oyj, Vaisala Oyj, M-Real Oyj, ABB Oy, Tamglass Oy, Valmet Automotive Oy sekä Patria Vamma Oy. Hankkeen toteutuksesta vastasivat Teknologiateollisuus ry., Oy G. Andersson Management Consulting sekä VTT Tuotteet ja Tuotanto. Esiselvitys suoritettiin aikavälillä joulukuu 2002 ja syyskuu 2003, sen rahoittivat osallistuvat yritykset ja TEKES.

BestServ-esiselvitys perustui kirjallisuus- ja tutkimuskatsaukseen, kahdeksan mukana olevan yrityksen laajaan haastatteluun, viidentoista muun yrityksen haastatteluun, workshop-työskentelyyn ja aktiiviseen projektiin johtoryhmätyöskentelyyn.

BestServ-tulokset voidaan kategorisoida neljään pääalueeseen. Ensimmäiseksi, tunnistettiin kone- ja laitevalmistajien keskeiset, lyhyen aikajänteen kehitystarpeet palveluliiketoiminnan alueella. Samalla määriteltiin myös hyviä toimintatapoja ja -käytäntöjä, joiden

avulla yritykset ovat pystyneet toteuttamaan palveluita. Toiseksi, tunnistettiin teollisuuden tarpeisiin perustuen pitemmän aikajänteen tutkimustarpeet ja -alueet ja priorisoitiin ne seitsemään laajempaan tutkimuskluusteriin ja tutkimusteemaan. Kolmanneksi, esiselvityksen aikana määriteltiin viitekehys palveluliiketoiminnan kehittämiseen ja organisatorisen muutosprosessin hallintaan tuotokeskeisestä toimintamallista asiakasarvokeskeiseen toimintamalliin. Neljänneksi, luotiin ehdotus ja viitekehys siitä, miten ja millaisella foorumilla palveluliiketoiminnan tutkimus- ja kehitystoimintaa tulisi edistää siten, että se tukisi yritysten liiketoiminnan kehittymistä, tutkimuslaitosyhteistyötä sekä T&K-rahoittajien toimintaa.

BestServ-projektin yhteenvetona voidaan todeta seuraavaa. Teollisuuden palveluliiketoiminnan kehittäminen on keskeisessä roolissa suomalaisten kone- ja laitevalmistajien keskuudessa ja sen merkitys nähdään liiketoiminnan kehittymisen ja kasvun suhteen erittäin suurena. Monet mukana olleet organisaatiot näkivät kuitenkin, että heiltä puuttuu palveluliiketoiminnan kehittämiseen tarvittavia työkaluja, malleja ja menetelmiä sekä palveluliiketoiminnan toiminnallistamiseen tarvittavia liiketoimintamalleja. Lisäksi keskeisenä kehityshaasteena nähtiin ”palvelukulttuurin” luominen ja jalkauttaminen osaksi organisaation toimintamallia ja kulttuuria. Yhtenä keskeisenä kehitysalueena edellisiin liittyen voidaan nähdä asiakasorientoituneen toimintamallin kehittäminen ja kehitystyön lähtökohtana olevan verkoston arvomallin puuttuminen. Palveluliiketoiminnan toteuttamiseen tarvittavien teknologioiden integrointi ja kokonaishallinta koettiin myös haasteena. Edellä oleva yhteenveto BestServ-projektin havainnoista muodostaa laajan pohjan ja tarpeen poikkitieteelliselle tutkimukselle, jossa täytyy yhdistää useita erilaisia tutkimusalueita ja näin luoda laajoja ja poikkitieteellisiä kehityskokonaisuuksia (mm. liiketoimintaosaaminen, teknologiaosaaminen, käyttäytymistieteet). Tällainen laajamittainen ja monitieteellinen lähestymistapa edellyttää myös uudenlaisia tutkimus- ja kehitystyön organisoimismalleja, joiden avulla voidaan varmistaa uuden osaamisen syntyminen ja levittäminen. BestServ -esiselvityksen tuloksena esitetään, että laaja toimijoiden joukko käynnistää yhteisen teollisuuden palveluliiketoiminnan kehitysohjelman, jonka tehtävänä on ohjata palveluliiketoiminnan tutkimus- ja kehitystoimintaa sekä osaltaan herättää ja aktivoita uusia käynnistettäviä aktiviteettejä. Kyseessä olevan foorumin tavoitteena on luoda uudenlainen oppimisympäristö keskeisille palveluliiketoiminnan kehittämisen intressitahoille.

BestServ-esiselvityksen tuloksena todettiin, että seuraavanlainen etenemismalli voisi toimia palveluliiketoiminnan tutkimuksen aktivoijana siten, että teollisuuden tarpeet muodostaisivat suunnan ja pohjan laajamittaisemmalle ja pitkäjänteiselle tutkimukselle teollisuuden palveluliiketoiminnan alueella.

- Teollisuuden palveluliiketoiminnan kehitysohjelman käynnistäminen (Industrial Service Business Forum, ISBF) toimimaan yhteisenä oppimisympäristönä teollisuudelle, tutkimukselle ja T&K-rahoitusorganisaatioille.
- Teollisuuslähtöisten yritys- ja yritysryhmähankkeiden käynnistäminen valituilla projektialueilla. Nämä hankkeet voivat toimia apuna tutkimushankkeiden suunnittelussa ja käynnistämässä.
- Teollisuuden palveluliiketoiminnan poikkitieteellisten tutkimushankkeiden käynnistäminen. Tutkimushankkeiden tulisi olla laajoja ja poikkitieteellisiä sekä tukea uuden liiketoiminnan ja innovaatioiden syntymistä.

- Varmistaa osaamisen kertyminen, jakaminen ja uuden tiedon syntyminen kansallisesti eri yritys- ja tutkimushankkeiden välillä. Tässä yhtenä mahdollistajana ja foorumina on teollisuuden palveluliiketoiminnan kehitysfoorumin toiminta.

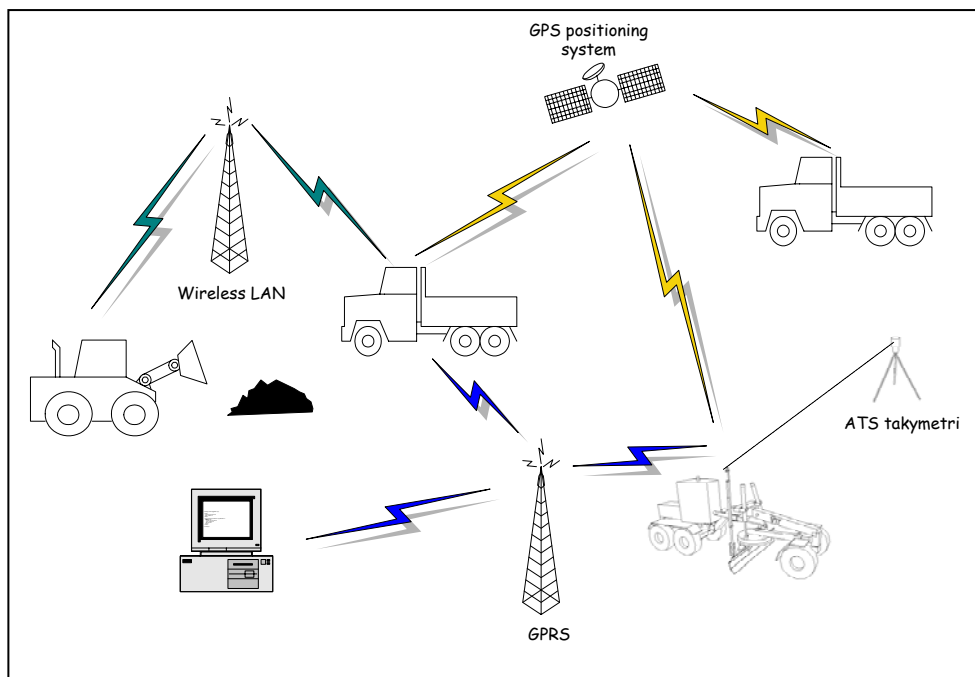
2.2.2 LATO-projekti – Tienrakennustyömaa tehokkaaksi langattomalla ohjaustietojen hallinnalla

On kehitetty langattomaan tiedonsiirtoon perustuva tienrakennuskoneiden ja -materiaalien hallintajärjestelmä, joka parantaa oleellisesti tie- ja maarakentamisen tehokkuutta ja tuottavuutta. Kehitetyn järjestelmän tärkeimpänä ominaisuutena on reaaliaikainen tiedonkeruu eri toiminnoista ja tämän mahdollistava langaton verkko. Samoin järjestelmä mahdollistaa toimintojen ohjaamisen ja toteutuman seuraamisen reaaliajassa. Tiedot varastoidaan operaattorin palvelintietokoneelle tietokantaan, josta ne ovat joustavasti käytettävissä selainpohjaisilla sovelluksilla sekä kiinteän- että mobiilin Internetin toiminta-alueella. Lisäksi tietojen käyttö on mahdollista myös nykyaikaisilla Java Me -matkapuhelimilla.

Uusi menetelmä soveltuu sekä teiden uudis- ja korjausrakentamiseen että ylläpitoon ja kunnossapitoon. Perinteiset työmenetelmät ovat perustuneet kuormauskonevaan käyttöön, uudessa järjestelmässä yhdistyvät reaaliaikaisuus ja ajotapahtumien rekisteröinti. Järjestelmä otetaan koekäyttöön Napapiirin Kuljetuksen ja Tieliikelaitoksen työmailla ensi kesänä Lapin läänin alueella

Esimerkiksi kuorma-auton kuljettaja voi tarkistaa seuraavan päivän ajotapahtumat kotitietokoneeltaan ja ajaa autollaan suoraan oikealle työmaalle. Työmaalle tultuaan hän kirjautuu sisään ajoneuvopäätettä tai puhelinta käyttäen. Jokainen ajotapahtuma kirjautuu tietokantaan ja työn edistymistä voi seurata kaikkien autojen ja kohteiden osalta reaaliajassa. Kun autoilija lopettaa päivän ajot, niin saman tien hän voi myös tarkistaa, paljonko ja mihin tavaraa tuli ajettua. Samat tiedot voidaan siirtää myös automaattisesti laskutukseen. Työmaan omistaja näkee kaikkien autojen ajot sekä materiaalien määrät ja esimerkiksi maanottoaikkojen materiaali-inventaariot koko ajan.

Yhteenvetona voidaan todeta, että järjestelmä mahdollistaa ajantasaisen työtehtävien toteutumätiedon seurannan ja parantaa oleellisesti maarakentamisen tehokkuutta ja tuottavuutta. Mukana olleet yritykset uskovat saavansa tästä uutta liiketoimintaa tarjoamalla aineetonta olemassa olevaan infraan pohjautuvaa palvelua sekä siihen liittyvää ylläpitoa. Käyttäjät voivat valita päätelaitteeksi joko kännykän tai ajoneuvotietokoneen. Tämän lisäksi toimistossa tarvitaan PC, jossa on Internetyhteys.



Kuva 2.2. VISIO: Tulevaisuuden langaton tietyömaa.

2.2.3 Älykkäät automaatiojärjestelmät -teknologiaohjelma (Tekes)

Tekesin Älykkäät automaatiojärjestelmät -teknologiaohjelma (ÄLY, 2001–2004) keskittyy automaatioalueen uusiin teknologisiin haasteisiin ja niihin liittyvään ohjelmistotuotantoon. Nelivuotisen ohjelman volyymi on noin 45 miljoonaa euroa, josta Tekesin rahoitusosuus on runsas puolet. Teknologiaohjelman päällikkönä on toiminut Olli Ventä, VTT Tuotteet ja tuotanto (so. tämän julkaisun kirjoittaja). [AP03]

Teknologiaohjelman yleisenä tavoitteena on:

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

Perinteisesti automaatio on jaettu prosessi- ja kappaletavara-automaatioon. Elektroniikkatuotannon osuus on viime vuosina noussut Suomessa merkittävään asemaan. Ohjaus- tasoittain teknologiaohjelma suunnataan laiteohjaukseen (esimerkiksi kenttäväylät), yksikköprosessi- ja tuotantolinjaohjaukseen sekä tuotannonohjaukseen. Perustoiminto-

jen, säädön ja ohjauksen, lisäksi ohjelmassa pyritään kehittämään myös diagnostiikkaa, kunnonvalvontaa, kunnossapitoa, laadunhallintaa, prosessitietämyksen hallintaa ja ihmisen-konevuorovaikutusta. Ohjelman kannalta kiinnostavia ovat myös sovellusalueille tärkeät tietojärjestelmät, Internetin käyttö, etähallinta, tiedonsiirtotekniikat sekä erilaiset laitteisto- ja ohjelmistoalustat ja -ympäristöt.

Säädön, ohjauksen ja informaatiojärjestelmien kehittämisessä prosessiautomaatioyrityksillä ja niiden kanssa yhteistyössä toimivilla tutkimusryhmillä on vahvaa osaamista ja edistyneitä tuotteita. Elektroniikkatuotannossa puolestaan on opittu hallitsemaan nopeita tuote- ja tuotantolinjamuutoksia, volyyminvaihteluita ja yleensä nopeatempoista liiketoiminnan muuttumista. Ohjelmistotuotannon haasteet ovat kaikille yhtäläiset. Niin teorioissa ja menetelmissä kuin teknologioissa ja tuotteissa on nähtävissä paljon samankaltaisuutta. ÄLY-ohjelmassa pidetään tärkeänä, että eri sovellusalueiden osaajat voivat jakaa projekteissa kokemuksiaan ja tavoitella yhteisiä synergiaetuja.

Strateginen suunnittelu on tärkeä osa teknologiaohjelmien valmistelua, ja ohjelman aikana johtoryhmän ja ohjelmapäällikön keskeisiä tehtäviä. Älykkäät automaatiojärjestelmät -teknologiaohjelman johtoryhmä teki kokouksessaan joulukuussa 2001 päätöksen ryhtyä laatimaan kansallista teknologia-roadmapia – pääasiassa tietenkin ohjelman omille fokusalueille – mutta roadmap-aktiviteettien ulottamista lähiohjelmien alueille, ainakin rajapintamielessä, pidettiin niin ikään tärkeänä.

Seuraavassa poimintoja roadmapin sisällöstä:

Älykkäät mittaus- ja toimilaitteet, mittaustiedon käsittely: Tärkeää on sekä uusien laitekonseptien kehittäminen että älykkyyden lisääminen vanhoihin laitteisiin. Tutkimuksessa on kehitettävä toisaalta ko. älykkyyden sisältöä että tällaisten laitteiden arkkitehtuurista roolia muussa automaatio- ja tietotekniikkainfrastruktuurissa. On kiinnitettävä huomiota alan standardoinnin kehittymiseen, älykkyyden toteutettavuuteen sovellusprojekteissa, eri kommunikaatioteknologioihin (langattomat, langalliset, väylät), välitettävän informaation laatuun tai epävarmuuteen, laitteiden helppoon liitettävyyteen, laitteiden monitoimisuuteen.

Ohjaus, säätö, uudet menetelmät, tekniikat ja algoritmit: Tämä perinteinen kenttä sisältää edelleen suuria haasteita, joiden ratkaiseminen on tärkeää.

Tuotannonohjaus: Tarvitaan reagoivaa, dynaamista ja ennustavaa skedulointia, on hallittava monien tuotteiden tuottamista samanaikaisesti joustavasti konfiguroitavilla prosessilaitteilla tai tuotantolinjoilla, sekä saumatonta yhteyttä muihin tieto- ja automaatiojärjestelmiin.

Komponentit, rajapinnat, osien kommunikointi: Niin tietotekniikka kuin automaatio on tehostamassa T&K:taan komponentoinnilla, arkkitehtuureilla, järjestelmäalustoilla jne. Jatkossa huomiota on kiinnitettävä arkkitehtuurien ja komponenttien hyödyntämiseen tuotesuunnittelussa, projektoinnissa, komponenttien kirjastointiin, suunnittelu- ja määrittelykieliin, työkaluihin jne. Moderni ICT kehittyy nopeammin kuin tuotanto ja automaatio. ICT:tä kehitetään muualla suurin resurssein suurille markkinoille, eli kiinnostavaa ja edullista tekniikkaa tulee potentiaalisesti myös automaation saataville.

Yrityksen kaiken kattava tietämuskanta: Monessa yhteydessä korostetaan, että jokaisen yrityksen pitää pyrkiä saamaan kaikki oleellinen tieto (suunnittelutieto, tuotetieto, asiakaspalaute, tuotantotieto, mittaustieto, hiljainen tieto jne.) tehokkaaseen käyttöön kaikkialla organisaatiossa. Eri käyttäjäryhmille tarvitaan kullekin omanlaisensa näkökulmat yhteiseen tietoon. Suomen näkökulmasta kannattaa hyväksyä realiteetti, että eri tietojärjestelmät ehkä pitkään pysyvätkin erillisinä, ja etsiä meille tärkeimmät yhdistelmät ja integroida ne älykkäälle ja tehokkaalla tavalla.

Saumattomasti integroitu tuotteen, tuotannon ja automaation suunnittelu: Tuotteiden elinkaaret ovat olleet lyhenemään päin. Yksi kattavan tietämuskannan käyttökohteista tulee olemaan aikaisempaa huomattavasti nopeammat liiketoimintaprosessit, joilla tuote saadaan ideasta tuotantoon ja markkinoille.

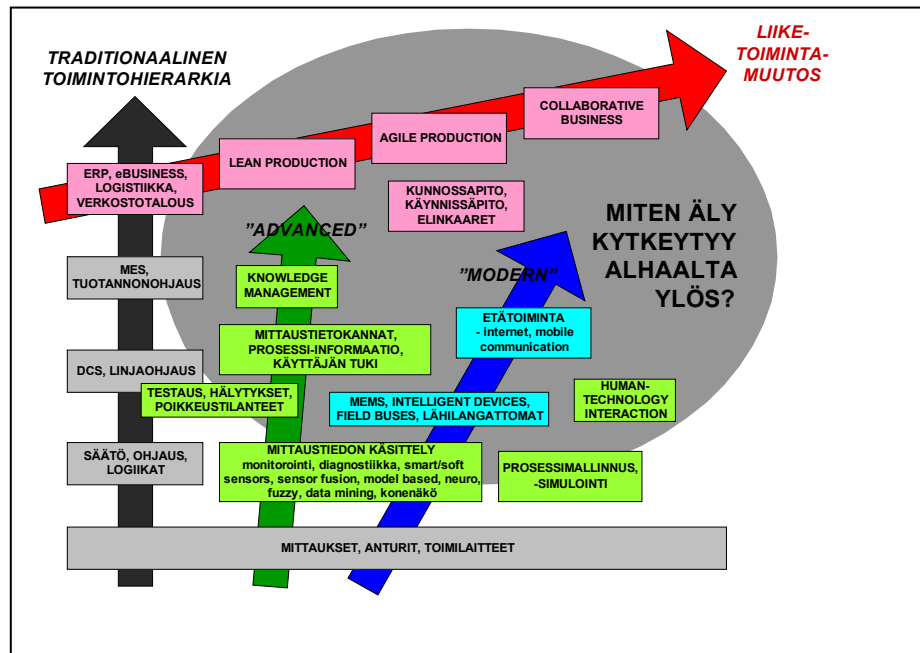
Asset management, ennakoiva huolto ja kunnossapito: Prosessiautomaatiossa puolestaan korostuvat erittäin kalliit investoinnit, jolloin tehtaan tuotantolinjojen uudenveroisena pitämisestä tulee menestystekijä. Voimalaitos, paperitehdas tms. suunnitellaan toimimaan tietyn pitkäkhön ajan, tuottamaan määriteltyä laatua ja määrää tuotetta, jotta investoinnista saadaan irti haluttu taloudellinen tulos.

Standardointi: On mitä suurimmassa määrin suomalaisenkin perustutkimuksen ansiota, että erilaiset edistykselliset menetelmät ja algoritmit (neuro-laskenta) ovat ylipäättään olemassa ja ko. tekniikoiden tuntemus muutenkin on erinomaisella tasolla. Näitä menetelmiä ja algoritmeja on myös jo pitkään testattu teollisuudessa, Suomessa ehkä suhteellisesti enemmän kuin missään muualla. Näiden tekniikoiden läpimurto teollisuuteen voi kuitenkin tapahtua vasta, kun ne istuvat saumattomasti muuhun, erittäin laajaan, automaatio- ja tietotekniikkainfrastruktuuriin. Tämä puolestaan voi tapahtua vain, kun nämä menetelmät ja algoritmit otetaan huomioon standardeissa. Standardoinnista on yleisemminkin tullut viime vuosina erittäin strateginen väline. Erilaisia standardointityöryhmiä on maailmalla lukuisia, ja meidän on kyettävä valitsemaan niistä itsellemme tärkeimmät, osallistuttava niiden työskentelyyn ja valmistauduttava voittajastandardien määrittelemille markkinoille oikea-aikaisesti. Automaatioalan tulisi voida hyötyä standardoinnista samalla tavoin kuin esimerkiksi matkapuhelinala on hyötynyt.

Käyttöliittymät: Tuotanto pysyy Suomessa suuressa määrin siksi, että meillä voidaan toteuttaa vaativimpienkin tuotteiden tuotannon automaatiota, ja että tuotantoon on osallistumassa korkeasti koulutettu, erittäin ammattitaitoinen henkilöstö. Käyttöliittymän on tulevaisuudessa toimittava yhä enemmän ihmisen ehdoilla, ihmisen kyvykkyyksiä nykyistä paremmin hyödyntäen ja puutteita kompensoiden. Ymmärrämme vielä melko huonosti ihmisen ominaisuuksia ihminen-koneraajapinnassa, ja osaamme varsin vähän vielä käyttää tätä kokemusta ja tietoa hyväksi.

Palveluliiketoiminnan suuntaan ÄLY-ohjelman tiekartta voidaan kiteyttää oheisen kuvan (2.3.) mukaisesti:

- Vasemmassa reunassa on perinteinen tehtaan ohjausjärjestelmähierarkia.
- Tutkimus on hyvin paljon painottunut nk. uusiin mittaustiedon käsittelymenetelmiin.
- On sovellettu neuraalilaskentaa, sumeaa logiikkaa, tavoitteena pystyvämpi diagnostiikka, monipuolisemmat hälytykset, paremmat laadunvalvonnat, tarkemmat ohjaukset. Nykyjärjestelmistä löytyvät tehokkaat tietokannat ja muut prosessi-informaatiojärjestelmät. Tiedon tai datan sijasta olemme oivaltaneet tietämyksen hallinnan tärkeyden.
- Älykkäät menetelmät ovat tulleet älykkäisiin laitteisiin, kenttäväyliin, MEMS-järjestelmiin. Internetin ja muiden kommunikaatioteknologioiden yleistyminen on mahdollistamassa etätoimintoja, kuten etämonitorointia ja prosessilaitteiston tilan seurantaa.
- Toisaalla yritysten liiketoimintamallit ovat muuttumassa. Monet yritykset tavoittelevat nyt siirtymistä palveluliiketoimintaan. Siirrytään optimoidumpaan täsmäkunnossapitoon. Toimittajan ja loppuasiakkaan suhde on muuttumassa win-win-kumppanuudeksi.
- Jotta visioidut ja tavoitellut liiketoiminnan muutokset olisivat mahdollisia, tarvitaan potentiaalisti kaikkia perinteisiä ja uusia tekniikoita sekä yleisesti tehokasta ICT-teknologioiden hyödyntämistä.
- Kehityshankkeissa on jo demonstroitu yksittäisiä, uusia liiketoimintamuotoja tukevia tekniikoita. Vielä ei kuitenkaan voida puhua kustannustehokkaasta, uusista ja vanhoja teknologioita hyödyntävästä tavasta toteuttaa uusien liiketoimintatapojen mukaisia järjestelmiä.
- Tekniikkanäkökulmasta emme hallitse vielä riittävän hyvin, millä järjestelmärakenteilla, millä arkkitehtuureilla, millä työkaluilla, millä teknologia-alustoilla alareunan alueiden ja pitkällekin kehitettyä älyä kyetään kytkemään kuvan yläreunassa kehitettyjen monella tapaa kunnianhimoisten toimintojen tueksi.



Kuva 2.3. Automaation muutospainet siirryttäessä uusiin liiketoimintamuotoihin.

2.2.4 Suuri joukko palveluliiketoimintaa sivuavia VTT:n projekteja

- NOPPA – Liikkuvan käyttäjän sovellukset (projektipäällikkö tai VTT:n yhteyshenkilö Pasi Viitanen, TUO)
- BestServ – Palveluliiketoiminta (Petri Kalliokoski, TUO)
- LATO – Älykäs tietyömaa (Klaus Käsälä, ELE)
- KODIE – Etädiagnostiikka ja langaton ohjaus (Kari Haataja, ELE)
- LADI – Liikkuvien koneiden vikadiagnostiikka (Klaus Käsälä, ELE)
- LAKA – Langaton kalibrointi (Klaus Käsälä, ELE)
- RaseUse – Tuotantosolun joustava ja turvallinen käyttö (Mikko Sallinen, ELE)
- SteelNet – Verkostoituminen yritysten välillä, agenttipohjainen tiedonhallintaratkaisu (Heli Helaakoski, ELE)
- Apricot (Tekes-projekti) – Agenttialusta liikkuvaa käyttäjää palveleville sovelluksille (Petteri Alahuhta, ELE)
- ADAMOS – Adaptive Mobile Services - Design Parameters & User Experience Factors (Suomen Akatemia, Heikki Ailisto, ELE)
- Maantiekuljetusten dynaaminen optimointi (Juha Savola, TTE)

- Älykäs rainanhallintajärjestelmä paperinvalmistukseen ja painatukseen (Hannu Linna, TTE)
- Paperikoneen ja painotuotteiden laadunvalvonta (Olli Nurmi, TTE)
- Vikadiagnostiikka ja kuntomonitoroinnit (Mikko Hiirsalmi, TTE)
- PRO-ELE – Älykkäät analysaattorit ja säätö prosessi- ja elektroniikkateollisuudessa (ELE)
- PROSÄÄ – Kehittyneet prosessianalyysi- ja säätömenetelmät. CFB-kattiloiden tulevaisuuden tarpeisiin (Jouni Hämäläinen, PRO)
- OHJAAVA-II – Uudet hajautusratkaisut avoimissa automaatiojärjestelmissä (Teemu Tommila, TUO)
- OHJAAVA-III – Maantieteellisesti hajautettu mittaus- ja ohjausjärjestelmä (Teemu Tommila, TUO)
- MUKAUTUVA – Automaatiosovellusten mukautumisperiaatteet ja -mekanismit (Teemu Tommila, TUO)
- HALOT – Hierarkkinen anal.järj. tuotantolinjan osaprosessien tilan tarkkailuun (Sauli Kivikunnas, ELE)
- POHA – Uudet tekniikat teollisuuslaitosten poikkeustilanteiden hallinnassa (Matti Maskuniitty, TUO)
- Aarne Oja, TTE
- Microsystems platform for Mobile Services and Applications (EU-IP / MIMOSA, Aarne Oja, TTE)
- Kansallinen toimenpideohjelma teknologiateollisuudelle 2004–2009 (Harri Jokinen, TUO)
- ICT-taustatekstiä edelliseen (Raimo Launonen, TTE)
- Liikkuvan käyttäjän tietotarpeet (Merja Penttinen, RTE)

2.3 Rajaus kohdealueittain

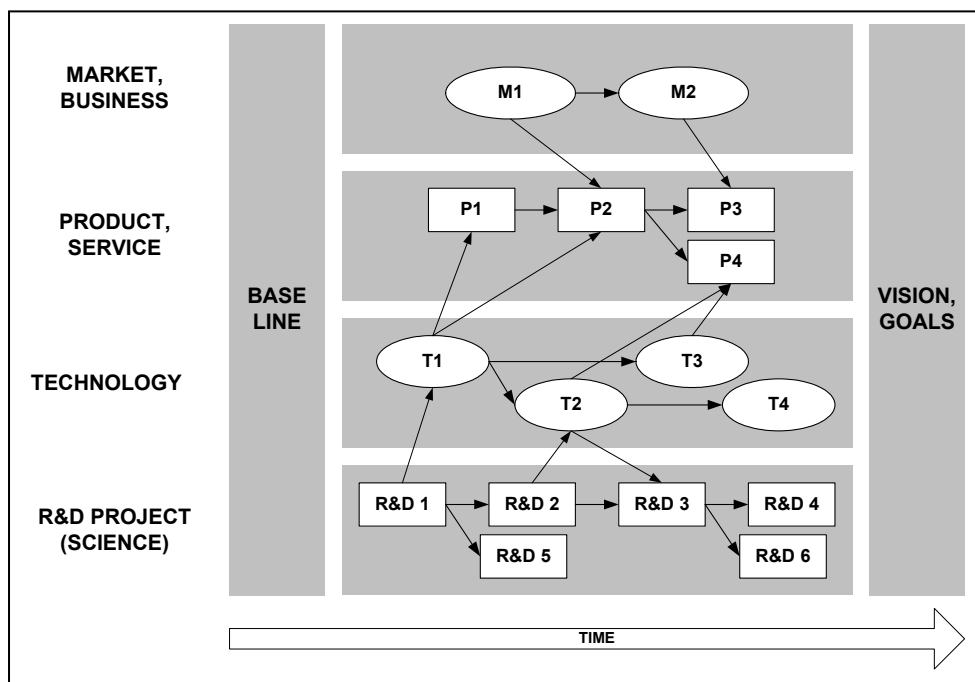
Lähtökohtien ja ISS-työryhmään osallistuneiden mukaisesti teknologiatiekartan kohdealueiksi nyt raportoitavaan painokseen otettiin: **palvelu teollisuudessa** (palvelu prosessiteollisuudessa, palvelu kappalevaratuotannossa, koneisiin liittyvät palvelut, palvelu rakennustekniikassa, palvelu liikenteessä) ja **mobiilit palvelut**. Mobiileista palveluista alkaa vuonna 2004 omakin Key Technology Action, ja siten päärajaus on palvelu teollisuudessa. Mobiilit palvelut edustavat kuitenkin hyvin oleellista teknologiatuottajaa teollisuuden palveluiden kehittämisessä.

3. Metodit

3.1 Technology Roadmapping – yleistä

Lyhyesti roadmapeista:

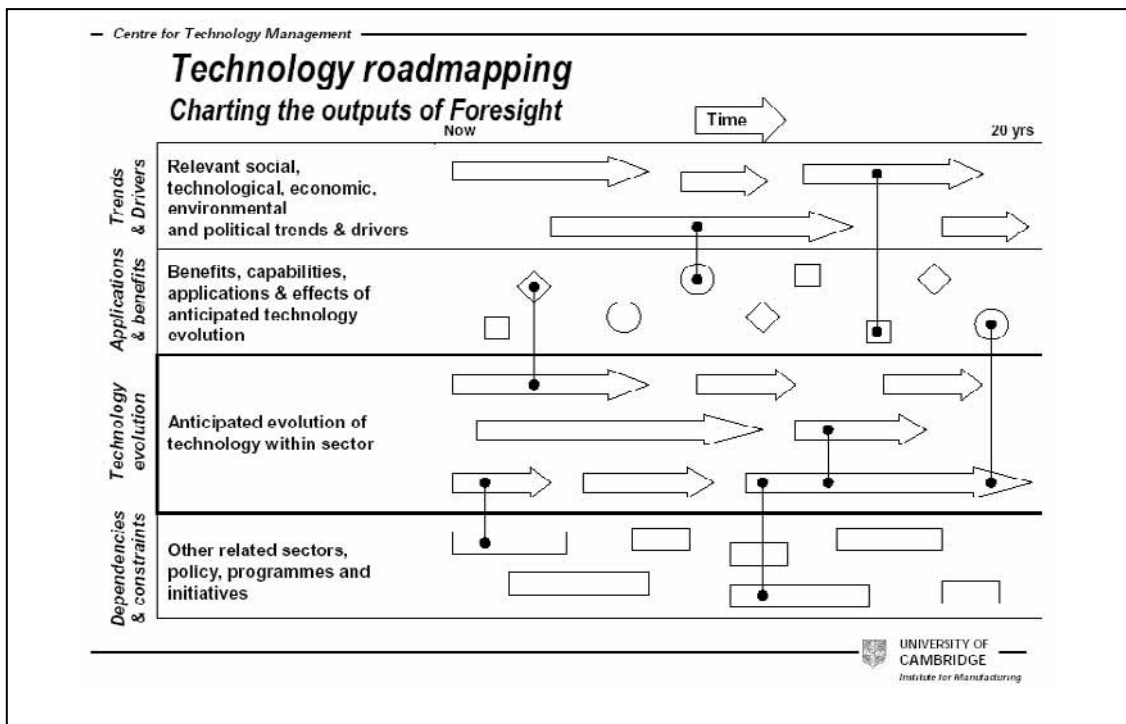
- Roadmap on liiketoimintaan vaikuttavan oletetun tulevaisuuden ja ennakoitujen muutosten kartta.
- Roadmap kuvaa markkinatrendejä, yrityksen toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia ja teknologian elinkaaria, joista punoutuu konkreettisia tuotelinjasuunnitelmia.
- Roadmapissa otetaan huomioon yrityksen tavoitteet ja osaaminen ja luodaan yhteinen, mahdollisimman objektiivinen visio.
- Roadmapeja tehdään myös toimialoittain, ja yleensä kansallisella tasolla, osoittamaan konkreettisia suuntia julkisesti rahoitetuille tutkimus- ja teknologiaohjelmille.



Kuva 3.1. Technology Roadmappingin neljä eri tasoa sekä visio ja lähtötilanne. VTT:n perinteinen toiminta-alue on kattanut kaksi alinta tasoa. Viime aikojen strategioissa on korostettu myös ylempien tasojen tärkeyttä. Aina on mahdollisuuksien mukaan pyritty ottamaan huomioon kaikkikin tasot.

Roadmappeja siis voidaan tehdä monella tasolla. Yritykset suunnittelevat tyypillisesti tuotteita tai tuoteperheitä sukupolvittain muutaman vuoden tähtämellä. Nämä ennusteet perustuvat toisaalta markkinoiden ja liiketoiminnan ennustettuihin kehittymisiin, ja toi-

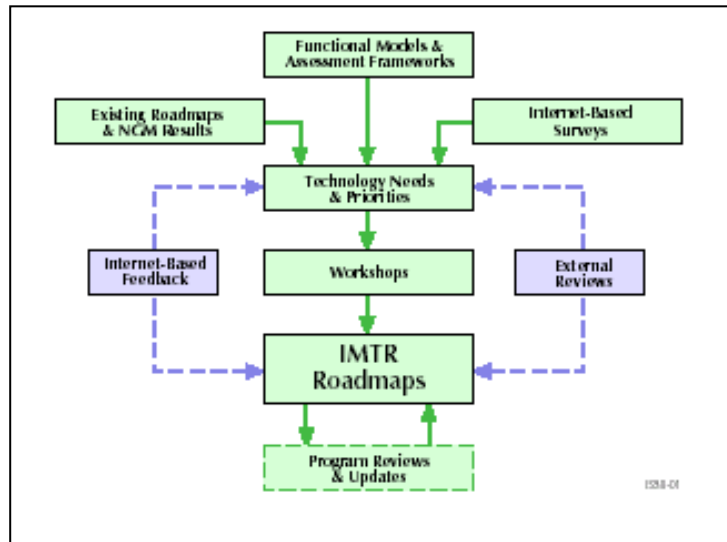
saalta siihen, mikä yrityksessä tai yleisesti ajatellaan olevan teknisesti mahdollista toteuttaa. Kansallisella tai toimialatasolla puolestaan kannattaa suunnitella ja ennustaa teknologioiden kehittymisen ketjuja ja vaihtoehtoja. Edelleen voidaan ajatella, että tiede kehittyy omalla ennustetulla tavallaan. VTT:n hankealueen tiekartassa on (Tekesin teknologiaohjelmien tavoin) **teknologiataso** selvästi korostunein. Koska hankealueen kohde ovat älykkäät palvelut tai palveluliiketoiminta yleensä, tuote ja liiketoimintatasolla on tavanomaista teknologiakartoitusta tärkeämpi rooli. Ja koska ollaan tekemässä tutkimuslaitoksen tiekarttaa, ei voida jättää tiedetasoaakaan vähälle huomiolle.



Kuva 3.2. Teknologiatiekartoista on olemassa monia, hieman poikkeavia versioita. Tunnistetut teknologia-askeleet on helppo asettaa loogiseen järjestykseen, mutta aikajänteitä on vaikea ennustaa. [CAMBRIDGE]

Oleellista on myös huomata, että kaikilla tasoilla on **lähtötaso**, ts. tieteen, teknologian, tuotteiden ja markkinoiden kumuloitunut historiatieto nykyhetkeen asti. Tarkoituksenmukaisuusseikat tietysti määräävät, kuinka kauas lähimenneisyyteen on tarkasteluissa syytä mennä. Aikaperspektiivin toisessa päässä ovat vastaavasti **visiot**, joihin odotetaan, ennustetaan tai toivotaan päästävän.

Sekä tietenkin asioiden kehittymisen loogiset vaiheet vaihtoehtoiseen täydentävät lopulta saumattoman tiekartan nykytilasta visioituun tulevaisuuteen. Teknologiatiekartasta on ideaalisti myös luettavissa tarvittavat toimenpiteet, resursoinnit, ajoitukset ym., joita tiekartan toteutuminen edellyttää.



Kuva 3.3. Teknologiatiekartta on intensiivisen prosessin tulos. Ei ole olemassa yhtä ainutta oikeaa prosessimallia. [IMTI21]

Rakenteen lisäksi roadmap-toiminnassa on tärkeää, millä tavalla itse roadmap-tietous tuotetaan, so. tarvitaan aina jonkinlainen prosessi- tai toimintatapamalli. Tyypillisesti tarvitaan valmistelevaa pohjatyötä, intensiivistä workshop-keskustelua, tehokasta tietojen ja mielipidemateriaalin muokkausta ja viimeistelyä ym. Tärkeimpiä menestystekijöitä ovat riittävän monialainen asiantuntijuus, näkemyksellisyys, asioiden oivaltava jäsentäminen aivoriitilaisuuksiin valmistautuessa, esitystavan valinnat. Tarvittaessa tulee olla valmiita ottamaan uusia näkökulmia, muuttamaan asioiden käsittely- ja esitystapoja jne. ajautumatta kokonaan umpikujaan. Lopuksi ainakin joidenkin keskeisten henkilöiden on pystyttävä irrottamaan tarpeeksi aikaa vaatimaan työskentelyyn.

3.2 Kokemuksia roadmap-työskentelystä

Roadmapien käyttö näyttää vakiintuneen Suomessa suuryrityksissä. Edelleen roadmapit ovat tulleet ainakin jossakin määrin tutuiksi mm. MET:issä, VTT:llä, TKK:ssa, Oulun yliopistossa sekä muutamissa EU:n 6. puiteohjelman valmisteluhankkeissa.

Kohtuullisen lyhyitä ja informatiivisia ohjeita on julkisesti saatavilla mm. seuraavista lähteistä:

- IMTI:n (Integrated Manufacturing Technology Initiative) web-sivuilta. Ks. <http://www.IMTI21.org>.
- Sandia National Laboratoriesin web-sivuilta. Ks. <http://www.sandia.gov/Roadmap/home>. [SANDIA]
- Industry Canadan web-sivuilta. Ks. <http://strategis.ic.gc.ca/trm>. [CANADA]
- Suomenkielisen oppaan voi tilata MET:istä (<http://www.met.fi/kustannus>), jolloin saa kirjasen Mika Naumanen, Roadmap – Kartta menestykseen, MET-julkaisu nro 23/2001. [MET 01]

Yksityiskohdiltaan roadmap-tekniikat poikkeavat toisistaan kirjoittajista riippuen.

Ohjelmapäällikkönä tämän raportin kirjoittajalle on kertynyt roadmap-tekniikoista melkoinen käytännön kokemus, nimenomaan teknologiatasolta, mistä Älykkäät palvelut -hankealueen tiekartassakin on kyse. Suureksi avuksi on ollut myös kirjoittajan kokemus erilaisista VTT:n strategiaprosessikokeiluista noin kymmenen vuoden ajalta, ja ehkä kaikkein tärkeimpänä lähtökohtana tai vahvuutenakin voidaan pitää osaamista ja kokemusta automaatio- ja tietojärjestelmien suunnittelussa, mallintamisessa, analyysisessä jne. Eli substanssiosaaminen osuu kohtuullisen hyvin sekä itse metodiin että metodin kohteeseen.

Seuraavassa on listattuna joukko kokemuksetyksiä. Ks. myös viite [AP03].

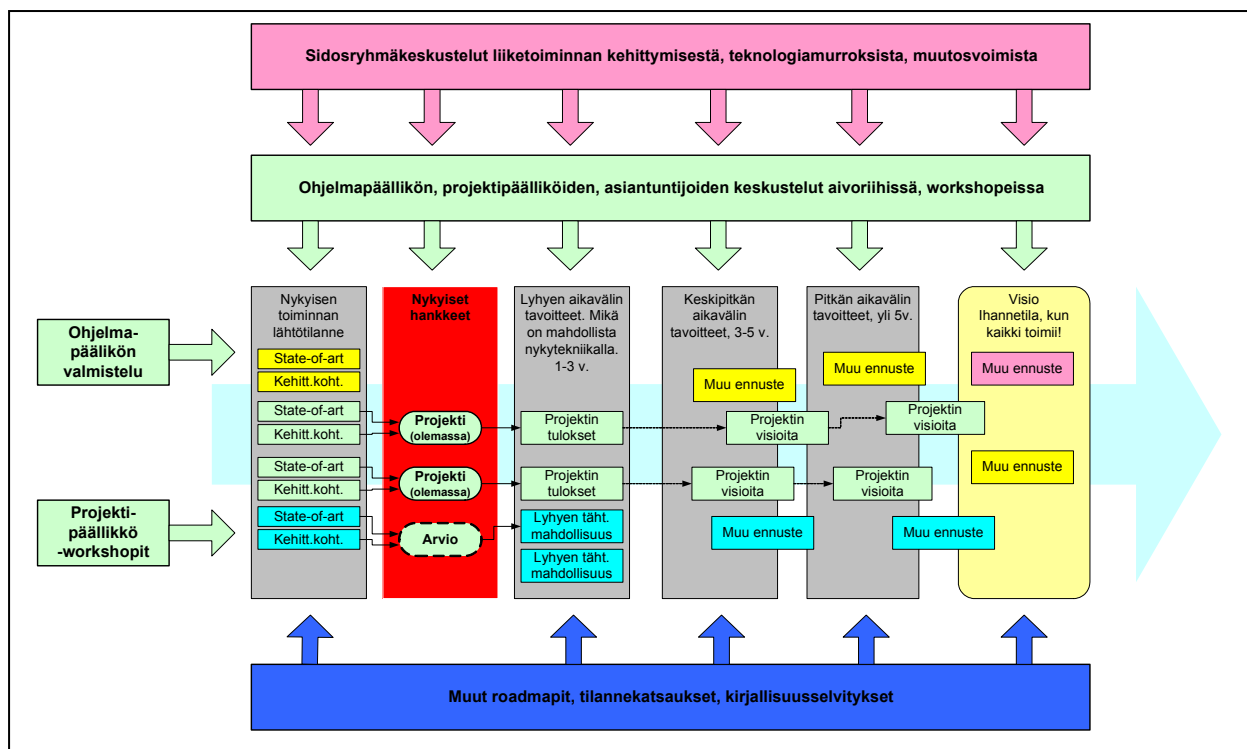
- Kansallisen toimialakohtaisen roadmapin tekeminen on suuri haaste. Kannattaa harkita, **kuinka paljon vetäjällä ja keskustelutettavalla asiantuntijajoukolla on aikaa** ja resursseja satsata, ja mitoittaa tavoite- ja tarkkuustaso sen mukaisesti.
- Tarjolla on myös roadmap-työkaluja, ohjeellisia proseduureja, konsulttejakin. Näillä on kuitenkin **taipumus paisuttaa yksityiskohtien määrää** niin suureksi, että mitkään ajateltavissa olevat resurssit eivät riitä (ja nk. homma jää kesken).
- **State-of-artin kuvaaminen**: Tärkeä lähtökohta, mutta tähän on **helppo juuttua**, koska jokainen toisaalta on halukas kertomaan omista asioistaan paljon, ja toisaalta omien asioiden jäsentäminen saattaa osoittautua kaikkein vaikeimmaksi. Moni osaamisen johtamisen, strategisen analyysin hanke on jämähtänyt jo tähän vaiheeseen, valmistumatta järkevällä tavalla koskaan. Mikäli **valmiita opinaluejäsenyyksiä** on käytettävissä, niitä kannattaa käyttää keskustelun lähtökohtana.
- On **erilaisia state-of-arteja**: missä tutkimus menee nyt, mitä on nyt yritysten tuotekehityksessä (vaihtelee suuresti yritysakohtaisesti), mitä tekniikkaa nyt myydään.
- On ehkä helppoa luetella otsikoita, joita visioituun tulevaisuuteen kuuluu. Mutta paljon **vaikeampaa on keskustella teknologioiden saatavuuden/käytettävyyden aikatauluista**. Pelkkien otsikoiden luettelemisen lisäksi **yksinkertaiset** ja karkeat-

kin **aikasarjat tai skenaariot** olisivat hyödyllisiä. Teknologioiden, tuotteiden ja liiketoimintojen laadullisten muutosten kuvaaminen on hyödyllistä, mutta työlästä. Eli aiheotsikoittain luonnehditaan nykytilaa ja visioitua tilaa.

- On monella tapaa tehokasta käyttää apuna valmiita, usein ulkomaisia teknologiroadmappeja. Oleellista oli silti huomata, kuinka esimerkiksi amerikkalainen ja suomalainen näkemys poikkeavat toisistaan: Suomessa on omat painoalueet, USA:ssa tietyllä tavalla kaikkikin alueet. Suomessa ollaan tietyissä asioissa teknisesti pitemmällä kuin USA:ssa keskimäärin.
- Visioiden perusteluiksi olisi hyvä saada näkyviin uskottavia **business drivereita**. Keskusteluissa **vaarana on ajautua liian kaukaisiin asioihin**, jotka eivät enää linkkaudu roadmapin aika konkreettisiinkin teemoihin.
- Teknologiapolitiikan kannalta olisi oleellista saada aikaan monen teknologia-alueen roadmapejä, ei pelkästään yhden teknologiaohjelman tai yhden toimialan laajuudelta. Rajakohdat ovat usein veteen piirrettyjä viivoja. On myös **poikkitekniisiä teemoja**, jotka tunkevat läpi lähes koko elinkeinoelämän kentän. Näiden oivaltaminen vähentäisi turhaa päällekkäisyyttä, ja jakaisi tehokkaasti parhaita kokemuksia. Heti ei voida kuitenkaan lähteä analysoimaan kaikkien alojen roadmapejä; informaatiota saattaa olla kerrallaan liian paljon hallittavaksi.
- Yhden teknologiaohjelman sisällä, paitsi että on tärkeää sinänsä laatia strategiaa tai roadmapejä, tulee tällaisten analyysien johtopäätökset myös **panna toimeen**. Yksi kokemus toisaalta on, että **itse prosessi**, so. teknologiavisioista keskustelu olisi jopa tärkeämpää sinänsä kuin viimeistely dokumentti tai määrätietoinen toimeenpano. Pelkkä keskustelukin jo suuntaa projektien sisältöä merkittävässä määrin.
- Technology Roadmapin tulee tuottaa paras kansallinen ymmärrys siitä, mitä keskipitkän tähtäimen alueeseen, kuuluu. Hyvä roadmap syntyy, kun on tarpeeksi hyvin jäsenettyä aineistoa state-of-arteista, visioista ja skenaarioista toisaalta kutakin sektoria varten työstettynä ja toisaalta keskusteltuina kaikkien oleellisten osapuolten (yritykset, tutkijaryhmät, toimialajärjestöt) kesken. Toisaalta siis tarvitaan palvelevaa aineistontuottoa, keskustelun koordinoitua ym. ja toisaalta eri asiantuntijoiden näkemysten yhteen keskusteluun ja roadmap-työstöön tuomista.
- Technology Roadmap, kuten kaikki strategiaperit, on monella tavalla **elävä dokumentti**. Se ehkä **ei tule** millään ajan hetkellä täysin **valmiiksi**, sillä resurssit eivät riitä jäsenysten hienosäätöihin tai eri mielipiteiden yhtensovittamiseen. Se voi pitää paikkansa vain osittain, koska tulevaisuuteen näkeminen on sinänsä vaikeaa. Maailma muuttuu: vuoden kahden kuluttua on ehkä syytä siirtää vision paikkaa, teknologia on edennyt toisin kuin on aikaisemmin nähty, dramaattiset tapahtumat (Syyskuun 11. päivä, Keski-Euroopan tulvat) muuttavat business drivereita jne. **Yhtä strategiaa siis uskotaan osittain vain vuoden kaksi, sitten on syytä ottaa uusia suuntia**.

- Roadmapejä ei tehdä asian harrastuksesta tai jokakeväisenä strategiakerrosrituaalina. Roadmapejä tulee tehdä tosissaan niin, että **päätöksenteko merkittävistä käynnistettävistä hankkeista** eri tahoilla voidaan perustaa roadmapeihin.
- Roadmapien yksi heikkous on, että ne suuntaavat liiaksi **inkrementaalisten parannusten** tielle, mikä on sinänsä tärkeää. Moni **teknologinen harppaus** on syntynyt hyppäyksenomaisesti, kun on oivallettu tai yhdistelty jotakin odottamatonta. Voitaan kuitenkin todeta, että teknologiateemojen pohtiminen roadmappien yhteydessä myös edistää tällaisten mahdollisuuksien löytymistä. Kun on kerrallaan paljon asioita mielessä, mahdollisuus oivaltaa uutta pääsääntöisesti kasvaa.

3.3 Technology Roadmapping – sovitettu versio

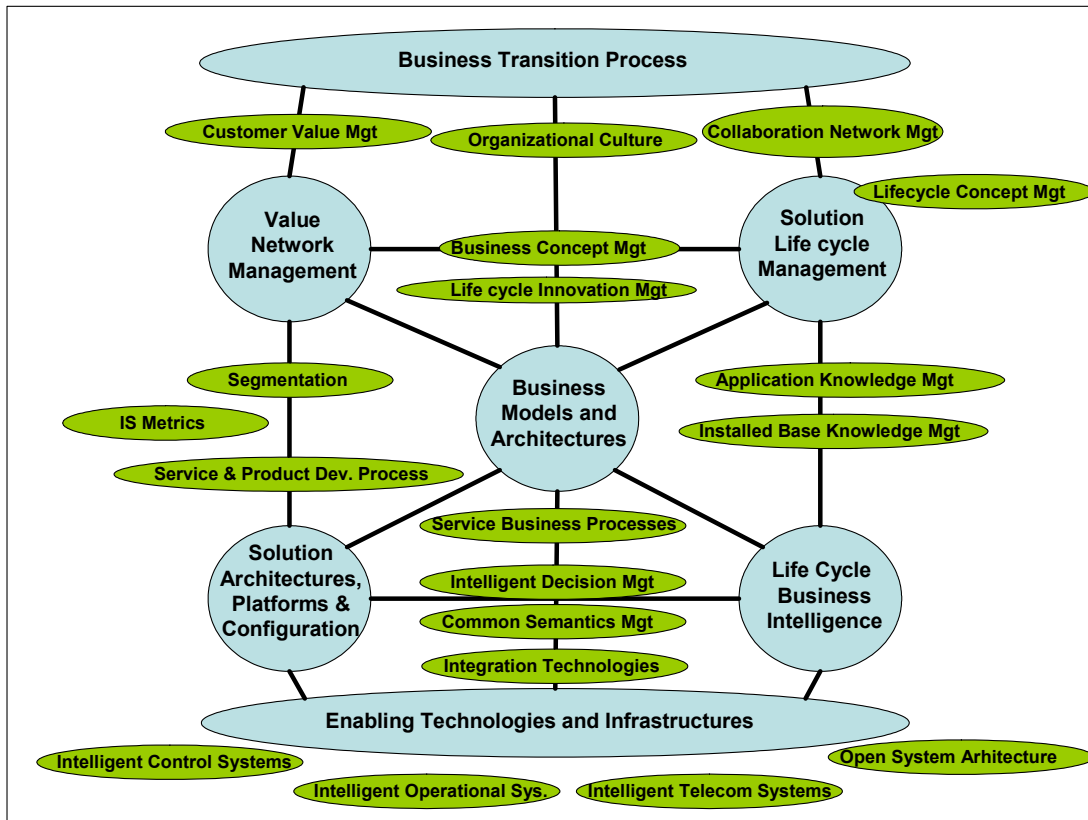


Kuva 3.4. VTT:n ja Tekesin teknologiaohjelmiin räätälöity malli.

Edellä kuvatulla kokemuksella on siten tuntunut järkevältä edetä hankealueen roadmapping-prosessissa seuraavassa kuvatun pragmaattisen kaavan mukaan. Huomautetaan myös, että Technology Roadmapping ei ole tieteenä kovin tiukasti strukturoitunut ala. Yhtä tai muutamaakaan nk. oikeata tapaa ei ole olemassa. Asiantuntijuus ajaa aina metodiikan ohi. Kansallisissa teknologiaohjelmissä tai VTT:n hankealueissa on myös muutamia piirteitä, jotka on syytä ottaa huomioon. Päälimmäisenä on se, että kummassakin on käsillä jo valmiina asiantuntemusta sekä projektitraditiota ja -nykytilannetta, joka on kyettävä tehokkaasti hyödyntämään.

Kuten tämänkin julkaisun loogisesta etenemisestä ilmenee, ehkä ensimmäinen tehtävä on **rajata kohdealue**, jota aletaan työstää. Rajaus voi aluksi olla viitteellinen, ja sitä tarkennetaan työn kuluessa. Tärkeätä on myös **valita asiantuntijat**, jotka selvityksen tekemiseen tarvitaan. Organisaation sisällä, kuten VTT:llä, voidaan pyrkiä valitsemaan parhaita asiantuntijoita (kutsujien on tietenkin tunnettava, ehkä isoakin organisaatiotaan niin, että kaikki potentiaaliset jäsenet osataan löytää!). Kansallisessa teknologiaohjelmassa joudutaan usein tyytymään avoimuusperiaatteeseen, eli kaikki, joilla on aiheeseen jotakin annettavaa tai toisinaan vain uteliaisuuttaan, ovat tervetulleita. Intensiivinen ja vaativakin roadmap-työ sitten ehkä fokusoi työryhmää luonnollisella tavalla. Selvää on myös, että selvitystyö vaatii monella tavalla **pätevän johtajan tai vetäjän**.

Aihealueen rajaus aluksi käy kätevästi kohdealuehierarkioiden/dekompositioiden tai **mind mapien** avulla. Hyvä jäsentely sisältää järkevästi fragmentoituna kaikki ne otsikot, jotka alaan kuuluvat tai jotka katsotaan selvittämisen tai tutkimisen arvoisiksi. Otsikoiden on oltava asiantuntijoille itsestään selittäviä. Monitieteellisissä ryhmissä on tavallista, että eri ammattikunnat käyttävät samoille asioille eri nimiä, eikä ole harvinaista että samalla tai samantapaisella termillä on eri ihmisille eri merkitys. Huonoja termejä ovat myös sellaiset, jotka piilottavat taakseen oleellisia sisäisiä rakenteita, tai yksinkertaisesti termiä ei ole työstetty auki ollenkaan. Usein ei ole muuta ulospääsyä kuin määritellä ja kirjata yhteinen sanasto ainakin keskeisimmistä käsitteistä. Keskustelulla äidinkielellä on omat etunsa. Englannin kielen valta-asema on usein realiteetti. Englannin kieli luontuu myös paremmin kaavioihin, joissa kirjataan käsitteiden välisiä suhteita.



Kuva 3.5. BestServ-selvitysprojektin käsittekaavio.

Selvitystyön tavoite on siis täyttää kuvan 3.4 mukainen kehikko. Vaikka roadmap-toiminnassa korostetusti on kyse ryhmätyöstä, **valmistelun merkitystä** ei voine liiaksi korostaa. Useimmiten mitä enemmän valmistelussa voidaan kehikkoa täyttää etukäteen, sitä parempi. Siten state-of-artia voidaan tehdä kirjallisuustutkimuksena. Edelleen kehikon muihinkin osiin on usein löydettävissä aineksia muista alan roadmapeista, tehdyistä teknologiaennusteista jne. Valmiista materiaalista ei ole haittaa, kunhan se ei johda prosessia harhaan tms. Valmistelutyö lankeaa usein vetäjän vastuulle!

Strategiatyössä usein hyödyntämätön voimavara on **organisaatiossa jo oleva asiantuntemus ja kokemus**. Nk. helppoja tiedon lähteitä ovat **projektisuunnitelmat, loppuraportit** ja muut vastaavat dokumentit. Aineiston keruu kannattaa systematisoida esimerkiksi oheisen lomakkeen muotoon, jolla projekteittain kerätään tieto- ja näkemyspalasia. Lomakkeen täyttö on helppo delegoida ao. projektipäälliköille. ½–1 A4-sivullista tekstiä per projekti riittää. Projektisuunnitelmaohjeistus/-template on usein jo valmiiksi tuon otsikoinnin suuntainen. Projektisuunnitelmista saa helposti state-of-artia arvokkaastikin täydentävää tietoa. Samoin menossa tai valmisteilla olevan projektin välittömät tulokset ovat yleisesti ko. alan **lyhyen tähtäimen tavoitteita**. Lyhyen tähtäimen tavoitteina voidaan kätevästi pitää myös kaikkea sellaista, minkä ajatellaan olevan yhdellä tai parilla projektilla muuten mahdollista saavuttaa nykyteknologialla.

Maximally benefit of existing strategic documentation: project plans, vision papers, etc.

Sample template:

| |
|---|
| Aihe, teema ja sen tavoitetilan Theme, topic in ideal, envisioned state |
| Nykytila Current technology base-line of the topic |
| Vahvuudet, mikä toimii, mikä osataan, mikä Strengths, available, known, ... |
| Puutteet, rajoitukset, kehitettävää Limitations, to be developed, ... |
| Askeleet visioon |
| Lyhyellä Short range: outcomes of current projects, readily possible |
| Keskipitkällä Middle range |
| Pitkällä Long range |

Kuva 3.6. Lomake, jolla tehokkaasti voidaan kerätä keskeisiä tietoja projektisuunnitelmista ym. teknologiatiekarttaan.

Teknologiatasolle **visioita** tuottavat toisaalta tuote- ja markkinatasot ylhäältä että tiede/perustutkimus alhaalta. Visiot ovat ihanne- tai tavoitetiloja lyhyttä tähtäintä etäämpänä, jossa kaikki toimii, kaikki ongelmat on ratkaistu, kaikki teoria on olemassa jne. Visioiden asemaa kaaviossa ei voi liikaa korostaa, ja tehokasta olisi mm. kyetä määrittelemään aiheen rajaus/mind map visioavaruudessa, ei nykytilassa. Monesti voi käydä myös niin, että nykytilan dekompositio on hieman erilainen kuin visiotilan dekompositio. Mikäli visiot kyetään kuvaamaan riittävän täsmällisesti, asiantuntijoiden on suoraan viivaista määritellä ne teknologiat ja niiden kehitys- ja kypsyyssasteet, jotka visioiden toteutumiseen tarvitaan, so. määritellä **pitkän tähtäimen teknologiset tavoitteet**.

Esimerkki visiopalasesta: Viite IMTI Modeling & Simulation for Affordable Manufacturing, Technology Roadmapping Initiative, V3.2, 18 January 2003. [IMTI21]

Vision for System of Systems: M[odeling]&S[imulation] processes and tools will be transparent to model structure and format, and fully integrated to provide dynamic, comprehensive life-cycle models that address all aspects of multiple interrelated product development and enhancement (technology insertion), manufacture, operation, and maintenance, combined with a real-time simulation capability that enables fully informed decisions at all levels of interaction with the product.

Viimeiseksi tehtäväksi kehikon täyttämässä jää luonnollisesti tulevaisuuden keskialueen täyttäminen (**keskipitkä tähtäin**). Asiantuntijajoukolla työ voi edetä tehokkaasti-

kin. Vaarana usein on, että työryhmältä alkaa aika ja tarmo loppua tässä vaiheessa. Roadmapin tilaajat toivovat usein teknologia-askelille aikamääreitä, mikä voi olla helppo tai – useimmiten – vaikea tehtävä.

On tyypillistä, että selvityksen kohdealue valitaan alussa väljästi ja siten epärealistisen laajaksi. Myös tekijöillä on alussa suurta kunnianhimoa tehdä analyysistä hyvin kattava. Niinpä prosessi lähtee usein liikkeelle leveällä substanssirintamalla, mikä sitten valitettavasti ja poikkeuksetta viivästää projektia, ja suurin odotuksien aloitettu työ on vaarassa jäädä kesken. Tehokas keino hallita työmäärän paisumista on valita aihealuedekompositiosta vain **kaikkein tärkeimmät teemat**, ja **viedä koko prosessi loppuun asti niiden osalta**. Näin saatavasta karsitustakin roadmapistä saataneen todennäköisesti tehtyä suurin osa johtopäätöksistä, so. suuntaamaan tulevia projekteja. Mikäli aikaa sitten jää, voidaan keskeisiä alueita laajentaa hallitusti, jolloin henkilöt, asiat ja työtavat ovat tulleet jo tutuiksi, ja lisäaineksien käsittely voi edetä hyvin tehokkaasti (tuottaen pääasiassa lisäyksiä jo tehtyihin deliverableihin).

Roadmapin tekemisessä on tärkeää sekä teknologiatyöntöisyys että markkinavetoisuus. Aihepiirit ovat laajoja, eikä helposti kenenkään asiantuntemus, näkemys ja kokemus riitä kattamaan karsitunkaan kohdealueen kaikkia osia. Keskitetty ja tiiviisti koordinoitu valmistelu ja aineiston työstäminen on tärkeää, mutta yhtä tärkeää on myös keskustelu niin VTT-organisaation sisällä kuin ulkopuolisten asiantuntijatahojen kanssa.

3.4 Analyysistä skaalautuva konsepti

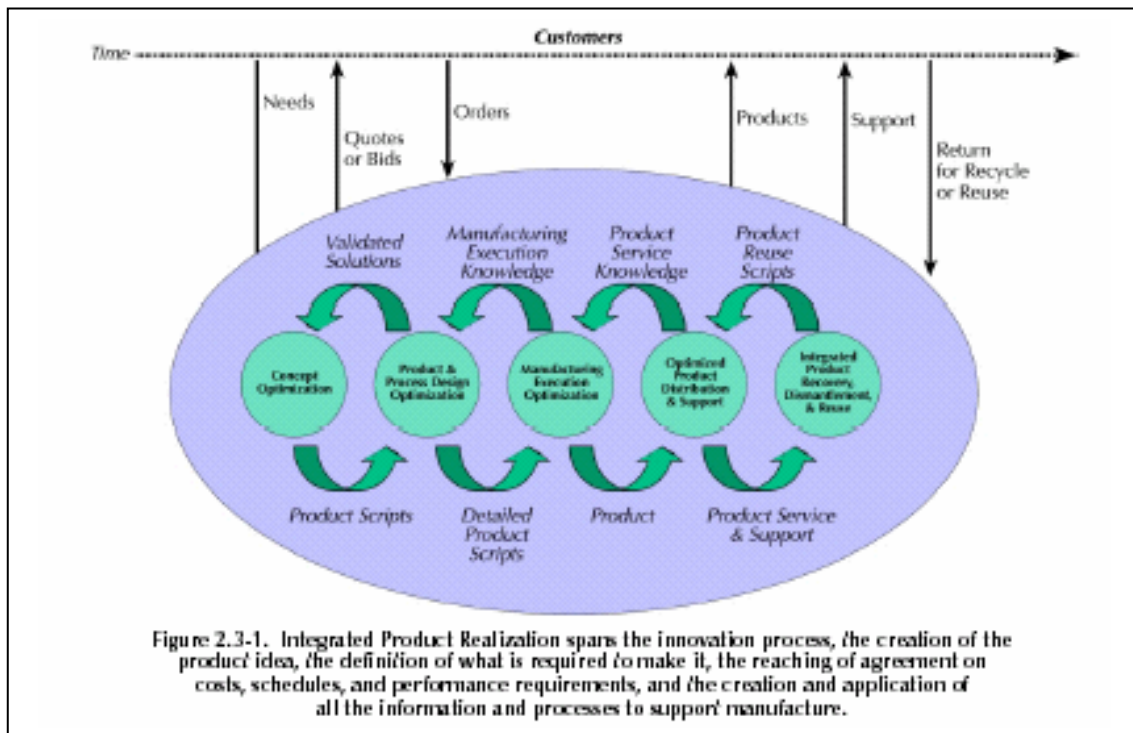
Kuvan 3.4 implikoima ja edellisessä kappaleessa kuvattu prosessi on tärkeä vaihe kerätessä kirjallisuudessa ja organisaatiossa olevaa näkemyksellistä tietoa. On selvää, että kerääntyvää aineistoa on syytä ryhmitellä, täydentää, karsia, tarkistaa keskinäisiä loogisuuksia ym. monin tavoin, tavoitteena tietenkin, että aineistossa alettaisiin nähdä nk. **suuria linjoja**.

Näkemysaineiston huolellisella ja oivaltavallakin ryhmittelyllä on käytännössä rajansa, mikäli kohdealueet ovat vähänkin laajempia ja aineistoa on paljon. On pystyttävä muodostamaan sopivaa kokonaisuutta kuvaava, mielellään eri aikajänteisiin istuva **konsepti** tai **referenssimalli**, joiden avulla asioiden kehittymistä ja visioitua ihannetilaa on havainnollista ja hyödyllistä kuvata. Tässä julkaisussa ei ole tarkoituksenmukaista lähteä käsitteiden konsepti tai referenssimalli filosofisille alkulähteille, vaan muutamat edustavat esimerkit riittänevät.

Esimerkki 1: Kuvan 3.4 voidaan sanoa esittävän teknologiatiekartan konseptia. Mikäli tiekarttakonsepti olisi tässä kuvattu tarkemmin, alettaisiin puhua referenssimallista, jota

hyvin monet käytännössä toteutuvat tiekarttaprojektit, mukaan lukien ISS-tiekartta, ainakin kohtuullisesti noudattavat.

Esimerkki 2: Oheinen kuva esittää integroidun tuotteiden suunnittelun, prototypoinnin, tuotannon ja jälkimarkkinoiden hallinnan konseptia (lähde [IMTI21]).



Esimerkki 3: Voidaan sanoa, että atomimalli oli ja on konsepti. Samoin aikanaan oli Aristoteleen maakeskinen maailmankuva, joka renessanssin aikoihin sitten korvattiin aurinkokeskeisellä maailmankuvalla.

Esimerkki 4: Tietotekniikassa on jo pitkään totuttu käsittelemään runsaastikin konseptteja. Mikäli siellä konseptteja työstetään pidemmälle, saadaan referenssiarkkitehtuureja, ja edelleen tuote-, toteutus- ym. -arkkitehtuureja.

Roadmap-työssä hyvä konsepti antaa paikan kullekin analyysivaiheessa poimitulle mielipiteelle. Konsepti selittää selkeällä ja uskottavalla tavalla kokonaisuuksia, joita yksittäiset näkemyspalaset tai niiden kaavamaiset ryhmittelytkään eivät kykene selittämään. Sopivan aikaisessa vaiheessa hahmottuva konsepti tuo ryhtiä ja jämakkyyttä irrallisten näkemysten suureen joukkoon. Konseptista voidaan tehdä myös ajassa kehittyvä, kuten tämänkin julkaisun seuraavissa osissa demonstroidaan teollisuuden palveluiden osalta. Konsepti myös tehokkaasti ohjaa ja suuntaa jatkoanalyysijä, tavoiteltavan tilan yksityiskohtaisempaa selvittämistä. Uuden konseptin ympärillä työskentely irtaannuttaa

selvityksen tekijät sopivasti nykyprojekteista; analyysiasteelle jätetty aineisto kirjaa ansiokkaasti kaiken, mutta vain sen, mitä muutenkin tiedetään.

Kaikillekin VTT:n kohdealueille olisi syytä laatia konsepteja eri näkökulmista, esim. liiketoiminta-, toimintaprosessi- ja tietotekniikkanäkökulmista. Erityisesti tämä koskee palveluliiketoimintojen konsepteja. Oheinen kuva on viitteestä [GORDIJN].









| Requirement viewpoint | Stakeholders involved | Requirement viewpoint focus | Requirement viewpoint representation |
|-------------------------------|--|---|--|
| Business value viewpoint |  C*O's Marketeers Customers |  Values, actors, exchanges |  <i>e³</i> -value ontology and UCM scenarios |
| Business process viewpoint |  Tactical marketeer, Operational management |  Processes, workers, information, goods, and control flows |  UML <ul style="list-style-type: none"> • Activity diagrams • Sequence diagrams • Interaction diagrams High-level Petri Nets |
| System architecture viewpoint |  IT department |  Hard/software, components, data and control flows, code organization | UML <ul style="list-style-type: none"> • Class diagrams • State transition diagrams • Sequence diagrams • Interaction diagrams • Deployment diagrams Architecture description languages |

Figure 1. For the development of e-business information systems, three distinct perspectives are important: the value viewpoint represents the way economic value is created, exchanged, and consumed in a multi-actor network; the process viewpoint represents the value viewpoint in terms of business processes; and the system architecture viewpoint represents the information systems that enable and support e-business processes.

4. Analyysin tulokset

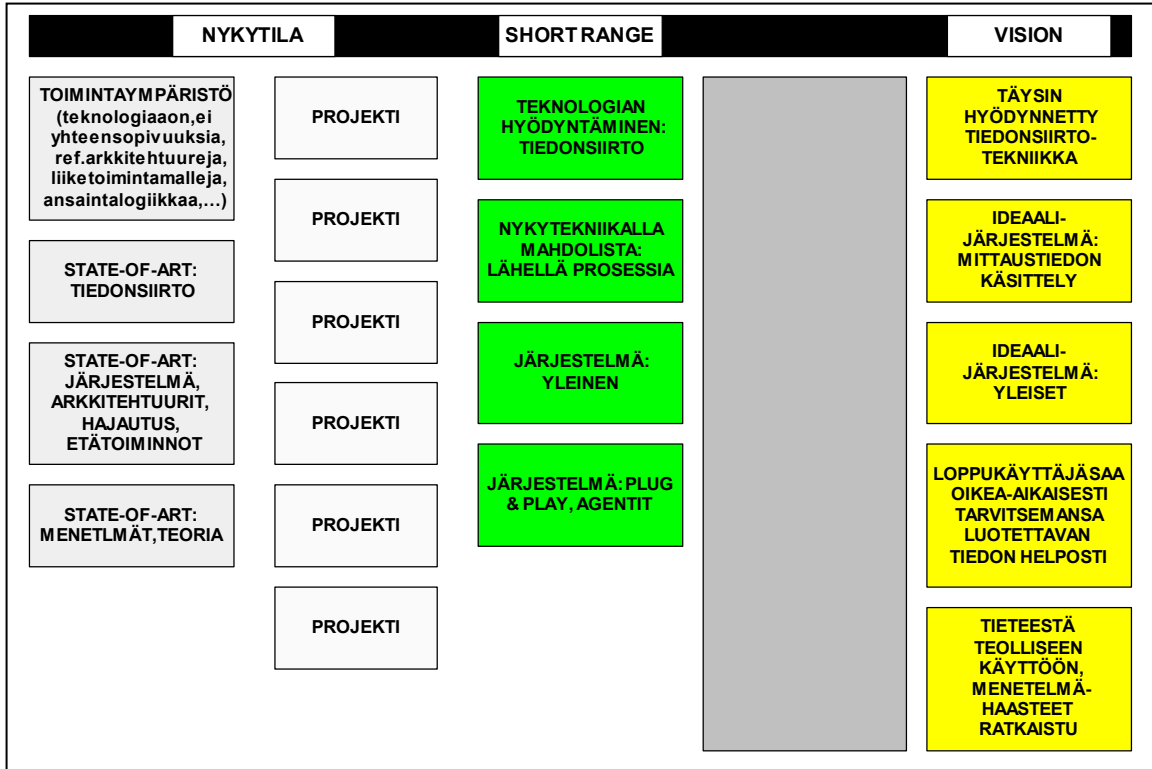
4.1 Projektiaineiston tuottama analyysi

Kohdassa 3.3 kuvatulla räätälöidyllä menetelmällä aloitettiin elo-syyskuussa 2003 koota työryhmän piiristä projekteittain yms. näkemyksellisiä tiedonpalasia kehitettävää ISS-roadmapia varten. Projektilomakkeistot saatiin ennen ao. workshoppeja, joissa skenaarioita nykytilasta visioon tarkasteltiin työryhmissä. Lähtöaineistoina olivat luvussa 2 mainitut projektit yms.

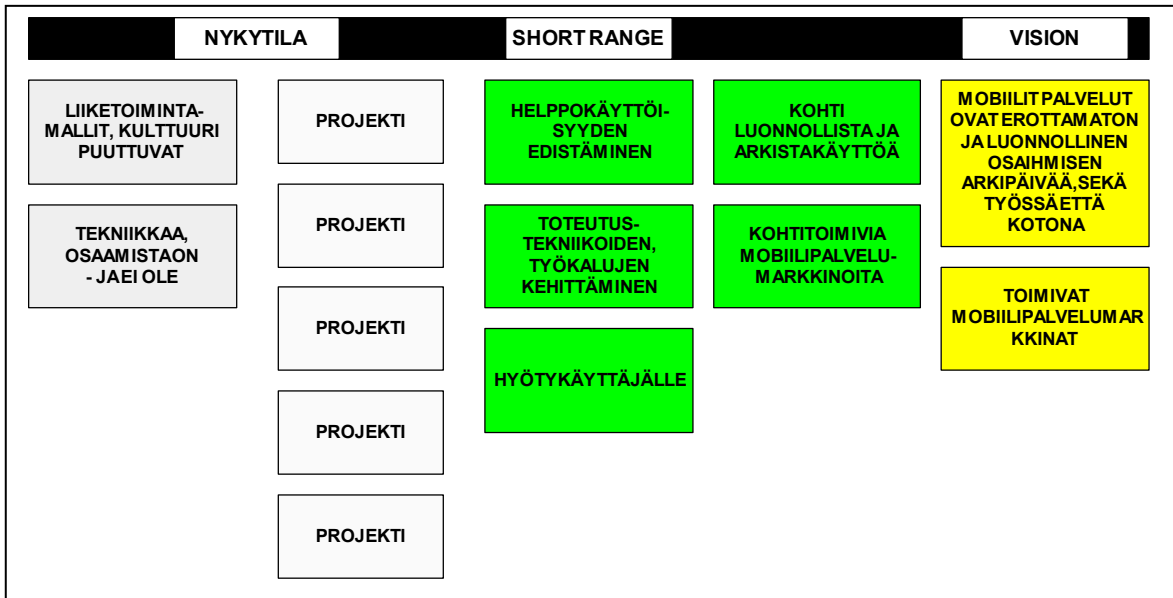
Ryhmitellyt tulokset tästä varsin mittavasta analyysistä on kirjattu tämän julkaisun liitteeseen. Analyysi on ollut sinänsä laaja ja edustava, vaikka ehkä kaikkia sovellusalueita ei syksyn 2003 nopeahkolla aikataululla saatu mukaan. Toisaalta alkava Pääomavaltaisen teollisuuden käyttöomaisuuden hallinnan menetelmät -Key Technology Action painaa tilannetta VTT:n kokonaisuuden kannalta. Projekteista kerättävän aineisto jäsentäminen on tärkeä välivaihe, mutta tällaiseen vaiheeseen jätettynä aiheesta jää väkisinkin tasapaksu maku. Projektikohtaisista keskusteluista on päästävä yli visioitavaan, ehkä laajaankin konseptiin, johon projekteista koottu, monella tavalla hiljainenkin tieto, jäsenellään uudelleen.

Näin jatkettiin ISS-työryhmässäkin, ja se näyttää kannattaneen. Kappaleessa 5 kuvataan ISS roadmap – tästä näkökulmasta, sisältäen suurimman osan analyysin tuottamasta näkemyskirjosta.

Liitteen pääotsikoista saadaan seuraavien kuvien (4.1 ja 4.2) mukaiset kaaviot.



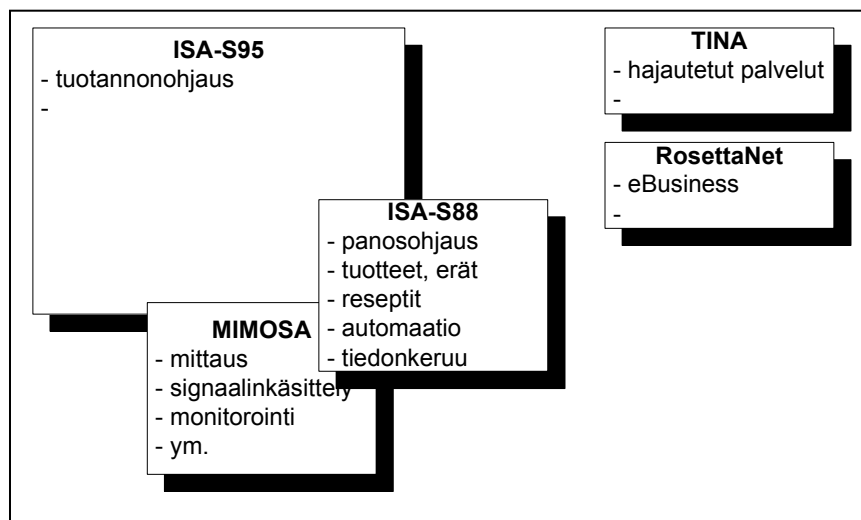
Kuva 4.1. Roadmap-analyysi/Palvelu teollisuudessa.



Kuva 4.2. Roadmap-analyysi/Mobiilit palvelut.

4.2 Relevantteja konsepteja, referenssimalleja ja arkkitehtuureja

Palvelu teollisuudessa on kehittyvä ala, jonka sovellukset kohdistuvat aloihin, joita siinä on kehitetty jo pitkään. Näille aloille on vuosien kuluessa kehittynyt, ei vähiten ICT:n soveltamisen tueksi, joukko tärkeitä referenssimalleja ja konsepteja, jotka on syytä ottaa huomioon, kun alamme jäsentää palveluliiketoimintaa pidemmälle. Tyypillisesti referenssimallit kuvaavat kohdealuettaan hierarkkisesti tai tasoittain. Seuraavassa esitellään hyvin lyhyesti valikoitu joukko referenssimalleja, jotka suuressa määrin kattavat palveluliiketoiminnankin sovellusalueita.



Kuva 4.3. Esiteltävät standardit ja niiden suhteelliset peitot.

4.2.1 Tuotannonohjaus / ISA-S95

Ote lähteestä (hieman muuttaen): [YDININFO]

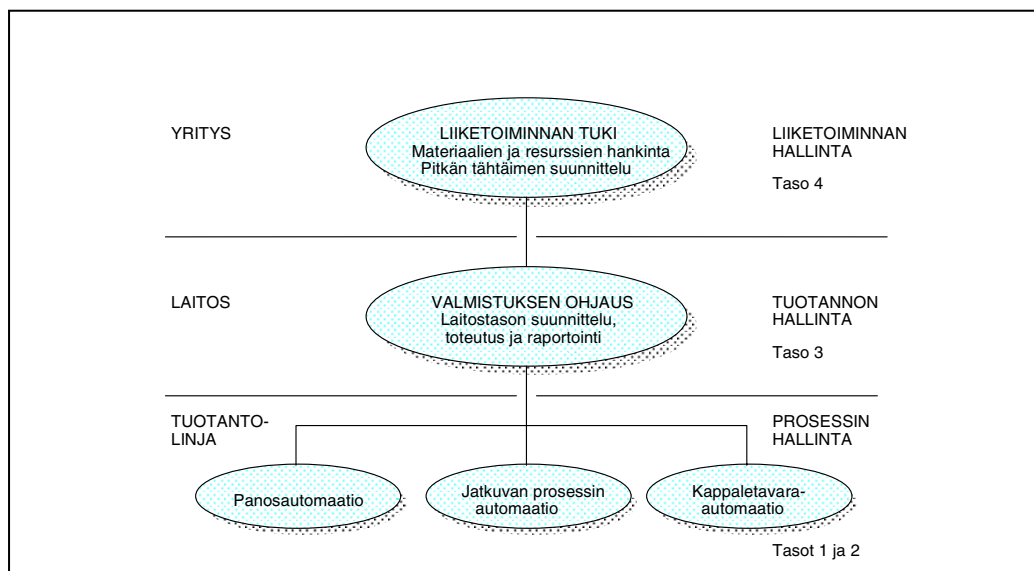
ISAn (International Society for Measurement and Control, www.isa.org) komitea SP95 on käyttänyt lähtökohtanaan ISAn dokumenttia 'Purdue Reference Model for CIM'. Sen mukaan tuotannon toiminnot voidaan jäsentää tasoihin kuvan 4.3 mukaisesti. Taso neljä edustaa yritystason toimintoja (enterprise domain) ja alemmat tasot varsinaista tuotannon hallintaa (control domain). Alimmat kaksi tasoa 1–2 vastaavat tyypillistä automaatiojärjestelmää (perusautomaatio ja suojausjärjestelmät). Panosautomaation alueella ISA on kehittänyt jo pitkään tarkempaa standardia (ISA-S88.01 1995). Jatkuviissa prosesseissa ei yleistä 'referenssimallia' tiettävästi ole tekeillä. [ISA-95-02]

Keskeltä, tasolta 3, löytyy toimintoja, joista sekä kappaletavara- että prosessiautomaatiossa on viime vuosina käytetty termiä *Manufacturing Execution System (MES)* puhut-

taessa 'ylemmän tason' järjestelmistä. Tällä alueella on menossa standardointityötä sekä erilaisten yhteenliittymien kehityshankkeita. Myös kaupallisia ohjelmistoja on tullut markkinoille.

Tuotannon hallinnan ja yritystason rajanvedossa SP95 käyttää seuraavia kriteereitä tuotannon ja prosessin hallintaan (control domain) kuuluville toiminnoille:

- Toiminnot ovat tärkeitä viranomaisvaatimusten ja laitoksen luotettavuuden kannalta.
- Toiminnot liittyvät nimenomaan tuotantovaiheeseen, eivät laitoksen suunnitteluun ja rakentamiseen.
- Käsiteltävät tiedot ovat tarpeellisia laitoksen käyttöhenkilökunnalle (operaattoreille).



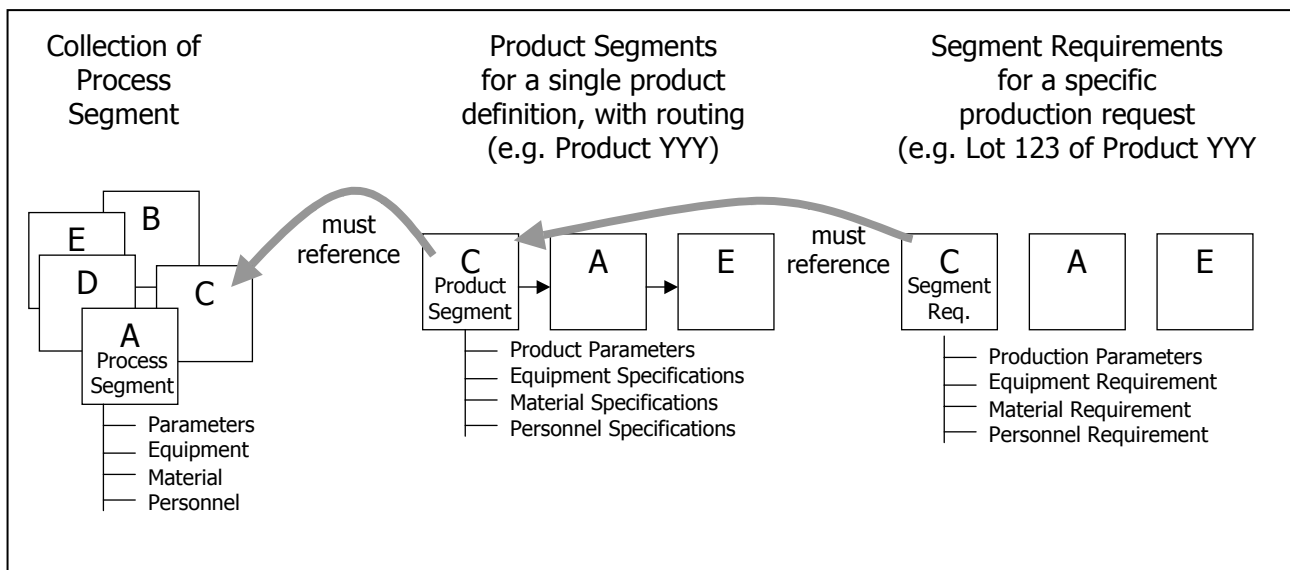
Kuva 4.4. Purdue Reference Model, ohjausjärjestelmien tasot (mukailtu lähteestä ISAS95.01).

Tuotannon hallinnan ja varsinaisen prosessin hallinnan välistä rajaa SP95 ei määrittele sen tarkemmin. Yleinen piirre tuotannon hallinnassa lienee se, ettei se ohjaa suoraan prosessilaitteita. Yleensä se on operaattorin apuväline, joka tarjoaa jalostettua tietoa ja jonka avulla voidaan tehdä suunnitelmia. Niiden toteuttaminen on pääosin operaattorin vastuulla. Rajanveto kuitenkin riippuu sovellusalueesta.

Yleisesti ottaen tuotannon hallinnan rooli on siis toimia yritystason suunnittelun ja seurannan sekä varsinaisen prosessinohjauksen välissä. Se auttaa yksittäisen laitoksen henkilökuntaa täsmentämään ja toteuttamaan ylempää tulleita tuotantotavoitteita. Useinhan esim. yritystason suunnitelmissa ei oteta huomioon laitoksen käytännön rajoitteita ja laitteiston senhetkistä tilaa. Näin tuotannon hallinta siis toimii tyypillisesti yhden tuo-

tantolaitoksen sisällä, kun yritystasolla saatetaan käsitellä useita tehtaita. Tuotannon hallinnan kattama aikajänne vaihtelee tyypillisesti vuoron (vuorokauden) ja reaaliajan välillä. MESA (Manufacturing Execution Systems Association, www.mesa.org/html) sisällyttää MESiin seuraavia toimintoja:

- resurssien hallinta (Resource allocation & status) (seuranta ja allokointi): koneet työkalut, ihmiset, materiaalit jne.
- valmistuksen ajoitus (Detailed scheduling): tehtävien aikataulutus ja resurssointi
- valmistuksen ohjaus (Dispatching production units)
- prosessin hallinta (Process management)
- tiedonkeruu (Data collection & acquisition)
- tuotteiden seuranta (Product tracking & genealogy)
- laadun hallinta (Quality management)
- henkilöstöresurssien hallinta (Labour management)
- teknisen informaation hallinta (Document control): reseptit, ohjeet, raportit jne.
- suorituskyvyn seuranta (Performance analysis): Esim. käyttöaste ja SPC
- kunnossapito (Maintenance management): ennakoivan huollon ja korjausten ajoitus ja tiedonkeruu.



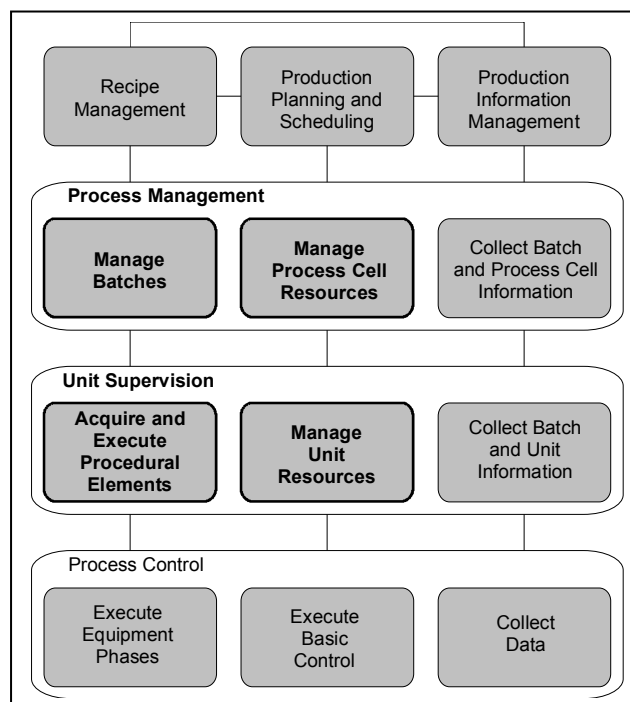
Kuva 4.5. ISA-S95 määrittelee tuotantoa MES-tasolla siten, että tehtaassa voidaan tuotantotekijöitä ryhmitellä prosessisegmentteinä (tietyt ihmiset, tietyt materiaalit, tietyt laitteet, joilla on tietyt tuottamiseen relevantit ominaisuudet) joita käytetään tuotesegmenttien tuottamiseen (sisältävät vaatimuksia prosessisegmenteille) ja edelleen itse tuotteen tuottamiseen.

Edellä kuvattujen automaatiojärjestelmän toimintojen 'alapuolelle' sijoitetaan nk. *käyttöautomaatio*, joka siis kattaa sellaiset toiminnot ja osajärjestelmät, joiden vaatimustaso

jää rajan alle. Tällöin sanaa *perusautomaatio(järjestelmä)* (*basic process control (system)*) voidaan käyttää kuvaamaan niitä käyttöautomaation toimintoja tai automaatiojärjestelmän osia, jotka liittyvät välittömään, reaaliaikaiseen prosessin hallintaan. Nämä ovat tyypillisesti sellaisia säätöjä, sekvenssejä, luokituksia, näyttöjä jne., jotka ovat välttämättömiä prosessin tilan ylläpitämiseksi ja tuotannon aikaansaamiseksi.

4.2.2 Panosohjaus / ISA-S88

Nykyisin noin puolet prosesseista, joilla tuotetaan kemikaaleja, paperia ym., on nk. panos- tai eräprosesseja (batch processes). Toisaalta prosessiteollisuus periaatteessa pyrkii suuruuden ekonomiaan, eli jatkuvatoimisiin tuotantoprosesseihin, mutta toisaalta markkinatilanteet, erikoistuminen, vaativat ja monimutkaiset tuotantoprosessit ym. ylläpitävät panosprosessien tärkeyttä. Panostuotannon suurin haaste on sen monimutkaisuus. Tuotantolinjat on suunniteltava toimimaan alati vaihtuvissa kokoonpanoissa sekä monenlaisissa toimintapisteissä, ajotavoissa jne. Eräkoot vaihtelevat, erät on ajoitettava tuotantoon prosessilaitteiden ja -linjojen läpi. Tehtaassa voi olla pullonkaularesursseja, joiden käyttöä on erityisesti koordinoitava. Asiakkaat, viranomaiset ym. saattavat vaatia täydellistä valmistuksen jäljitettävyyttä.

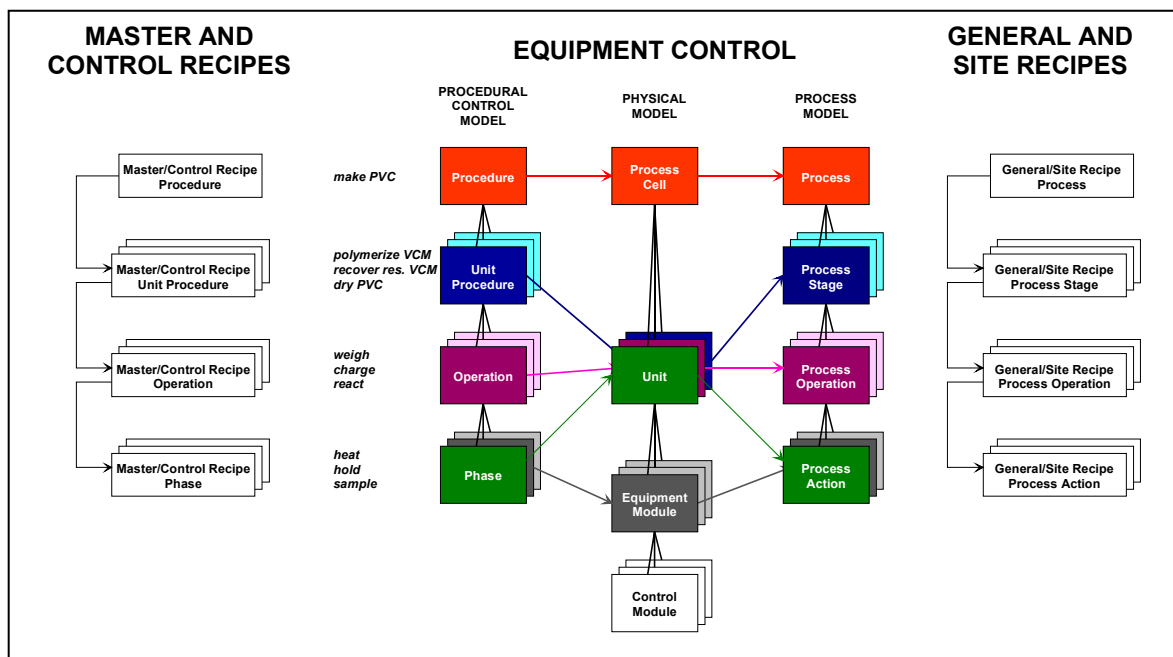


Kuva 4.6. Panosohjauksen toimintotasot ja toiminnot.

International Society for measurement and Control (ISA) on lähes kymmenvuotisen ponnistelun jälkeen julkaissut vuonna 1995 panosohjauksen nk. käsitarkkitehtuurin

(ISA-S88.01) sekä vuosituhanen vaihteen tienoilla tähän perustuvan, yksityiskohtaisemman tietomalliarkkitehtuurin ISA-S88.02. [ISA-88-01] [ISA-88-02]

Käsittearkkitehtuurissa *prosessilla* tarkoitetaan abstraktia tehdaskokonaisuutta tuotteiden tuottamiseen. Prosessi jakaantuu hierarkkisesti prosessivaiheisiin (*process stages*), edelleen prosessioperaatioihin (*process operations*) ja lopulta prosessitoimintoihin (*process actions*). Itse prosessilaitteistohierarkiatasot ovat prosessilinja (*process cells*), prosessiyksikkö (*process units*), laitemoduuli (*equipment modules*) ja ohjausmoduuli (*control modules*). Prosessiyksiköillä tyypillisesti tuotetaan monia tuotteita, ja myös yhtä tuotetta voidaan tuottaa monessa yksikössä, mitä varten standardissa on nk. *equipment capability* -käsite. Fyysisen laitteiston koko hierarkiana ajatellaan olevan kokoelma älykkäitä resursseja, joiden palveluita yhdistellään prosessien toteuttamiseksi (jotka abstraktisti tuottavat halutut tuotteet). Vastaavasti ohjaushierarkioissa on laiteohjaukset (*equipment control*) ja reseptiohjaukset (*procedural control*). Oheisessa kuvassa on laajempi kuvaus erilaisista standardin määrittelemistä panosohjaustoiminnoista.



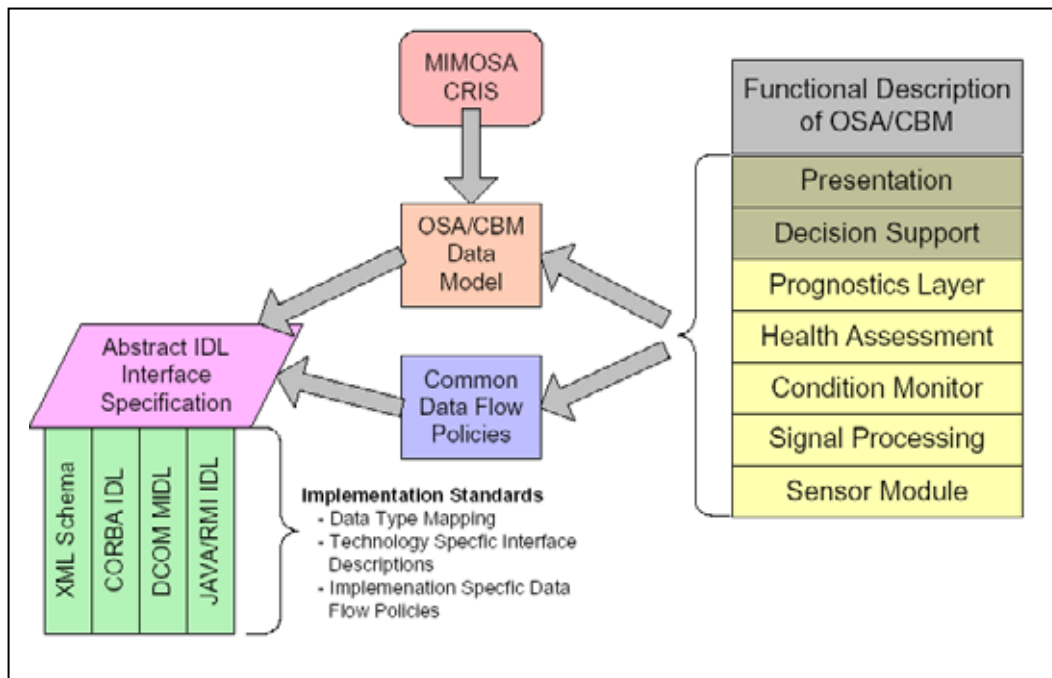
Kuva 4.7. Keskeisiä panosautomaatiostandardin konsepteja ovat reseptihierarkiat, prosessihierarkiat, laitehierarkiat ja ohjaushierarkiat.

4.2.3 Kunnonvalvonta / MIMOSA – Machinery Information Open System Alliance

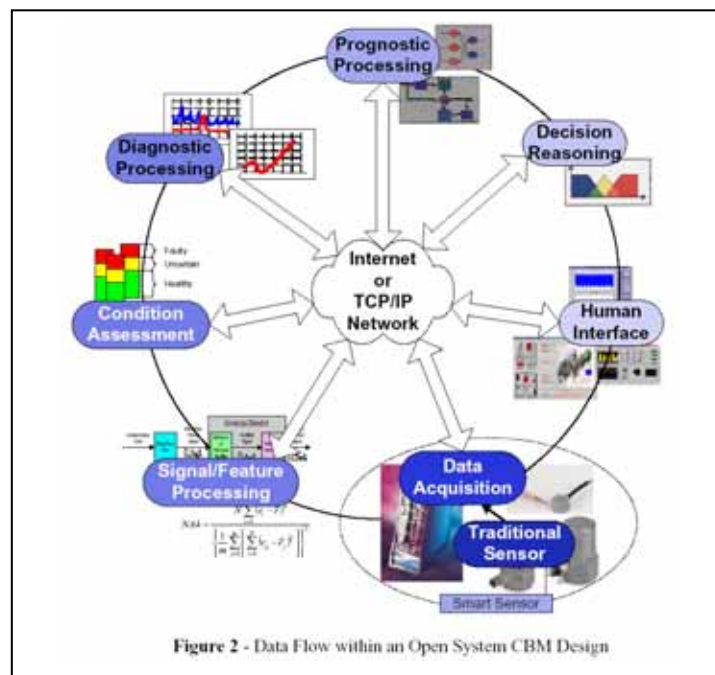
MIMOSA on voittoa tavoittelematon yhdistys, joka kehittää avoimia käytön ja kunnossapidon (Operations and Maintenance, O&M) tietomallistandardeja niin kaupallisiin kuin sotilassovelluksiin. Ks. myös <http://www.mimosa.org/> [MIMOSA]. MIMOSAn jäsenorganisaatiot ovat sellaisilta aloilta kuin prosessiteollisuus, kappaletavaruotanto, sotilassovellukset, capital equipment OEMs, and suppliers of asset management software systems including Human-Machine Interfaces (HMI), Manufacturing Execution Systems (MES), Plant Asset Management (PAM) systems, Enterprise Asset Management (EAM) systems, Operational Data Historian Systems (ODHS), and Condition Monitoring (CM) systems. MIMOSAn keskeisiä tuotoksia ovat yritystenvälisen integraation (Enterprise Application Integration, EAI) ja (täsmä)kunnossapidon (Condition-Based Maintenance, CBM) avoimet referenssi- ja tietomallit. Nämä tietomallit käyttävät enimmäkseen hyväksi XML-teknologiaa ja -kulttuuria.

Laajat CBM-osat koostuvat monista laitteisto- ja ohjelmistomoduuleista sisältäen monia toimintoja. Avoimien järjestelmien periaatteiden mukaan näillä komponenteilla on oltava avoimet rajapinnat, ja komponenttien on oltava toimittajasta riippumatta vaihtokelpoisia. Tähän tarvitaan myös avointa järjestelmäarkkitehtuuria. Tuloksena on kehittynyt nk. defacto-standardi OSA/CBM – Open System Architecture for Condition-Based Maintenance, joka kattaa kaikki toiminnot mittaustiedon keruusta huoltotoimintaan. Avoimelle, julkiselle, ilmaiselle standardille toivotaan laajaa teollisuuden hyväksyntää ja siten myös kasvavia CBM-komponenttimarkkinoita.

OSA/CBM-jäseniä tällä hetkellä ovat: MIMOSA itse, Boeing, Caterpillar, Oceana Sensor, Rockwell Automation, Rockwell Science Center, Office of Naval Research, Northrop Grumman Newport News, Pennsylvania State University.



Kuva 4.8. OSA/CBM:n määrittelemät osat kunnossapidosta.

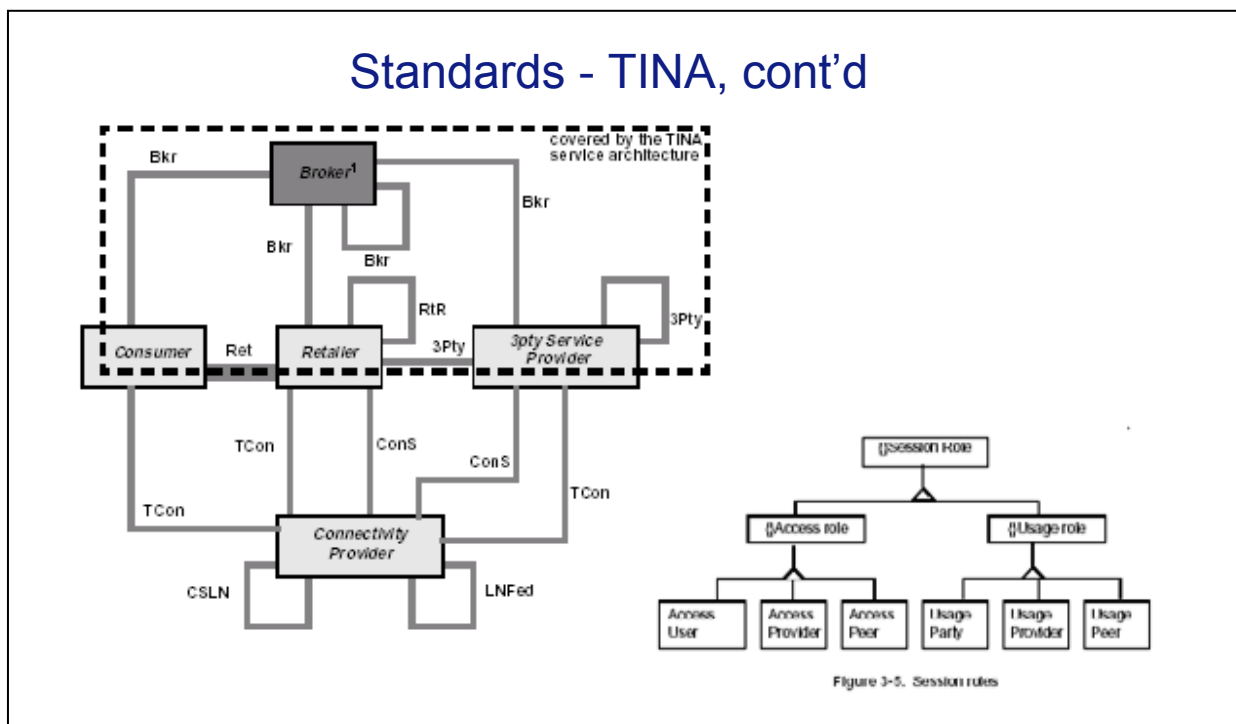


Kuva 4.9. OSA/CBM-komponentit on tarkoitettu toimimaan myös Internetissä.

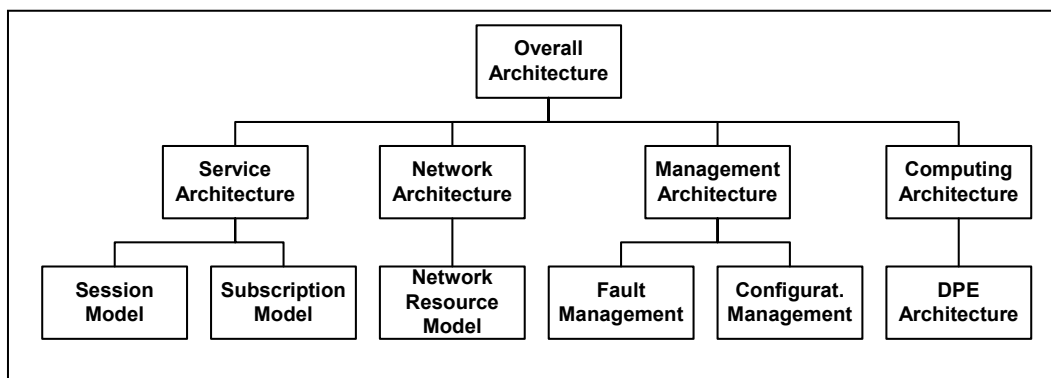
4.2.4 Palvelut tietoliikenteessä / TINA

Kuvaus mukailtu lähteestä: Overall Concepts and Principles of TINA, Version: 1.0, Date of Issue: 17th Feb. 1995, Publicly Released, A TINA-C Deliverable, the document has been produced by the Telecommunications Information Networking Architecture Consortium (TINA-C) and the copyright belongs to members of TINA-C.

TINA (Telecommunications Information Networking Architecture) on kansainvälinen konsortio, joka kehittää avointa arkkitehtuuria laajakaista-, multimedia- ja tiedonsiirto-sovelluksiin. TINA-arkkitehtuuri on hajautettu ja objektorientoitu, ja se käyttää hyväkseen monia muita alan standardeja. TINAn tarkoituksena on korotetusti tukea tulevaisuuden tietoliikennepalveluja toteutettuna audiona (äänenä, puheena), vuorovaikutteisena multimediana, informaatiopalveluina, erilaisina hallintapalveluina jne. TINA-arkkitehtuurissa määritellään ohjelmistokomponentit, komponenttien välinen vuorovaikutus ja ao. rajapinnat, palvelujen joustava suunnittelu, toteutus ja testaus sekä palveluiden käyttö. Suunnittelijoiden odotetaan voivan toimia loppukäyttäjälähtöisesti, eli tietoliikenteen nk. alemman tason yksityiskohdat pyritään häivyttämään mahdollisimman hyvin. Avoimella arkkitehtuurilla toivotaan myös edistettävän ao. ohjelmistokomponenttimarkkinoita.



Kuva 4.10. TINAn käsitteitä.



Kuva 4.11. TINAn osa-alueet.

TINA-arkkitehtuuri on jaettu neljään osa-alueeseen:

- **service architecture:** määrittelee palvelulle välttämättömät käsitteet, suunnittelu-, spesifiointi- ja toteutusperiaatteet.
- **network architecture:** vastaavasti tiedonsiirron transport-tasolle
- **management architecture:** vastaavasti palvelujen, resurssien, ohjelmistojen ym. hallinnalle.
- **computing architecture.**

Näiden lisäksi nk. **overall architecture** määrittelee joukon generisiä konsepteja ja suunnittelu- ja toteutusperiaatteita.

4.2.5 eBusiness / RosettaNet

RosettaNet on vuonna 1998 perustettu yritysten yhteenliittymä, jonka tavoitteena on luoda avoimia standardeja sähköisen liiketoiminnan alueelle. Nykyisin RosettaNet-yhteenliittymään kuuluu yli 400 yritystä ympäri maailman elektroniikkakomponenttien, informaatioteknologian ja puolijohteiden valmistuksen aloilta. RosettaNetin kehittämät standardit jakautuvat kolmeen pääosaan: sanastoon, toteutusrunkoon ja liiketoimintaprosesseihin.

RosettaNetin sanastot (engl. dictionary) määrittelevät yleiset merkitykset termeille, jotta yritysten välinen keskustelu on mahdollisimman yksiselitteistä. Sanastot jakautuvat sekä yleiseen liiketoimintasanastoon että tekniseen sanastoon. Liiketoimintasanasto määrittelee yleiset sanastot, joita voidaan käyttää muodostettaessa muita standardisanastoja.

Toteutusrunko (RNIF, RosettaNet Implementation Framework) määrittelee XML-pohjaisen vaihtoprotokollan viestien välittämiseen yritysten välillä. Protokolla kattaa muun muassa viestien kuljetuksen, reitityksen, paketoinnin ja turvallisuuden.

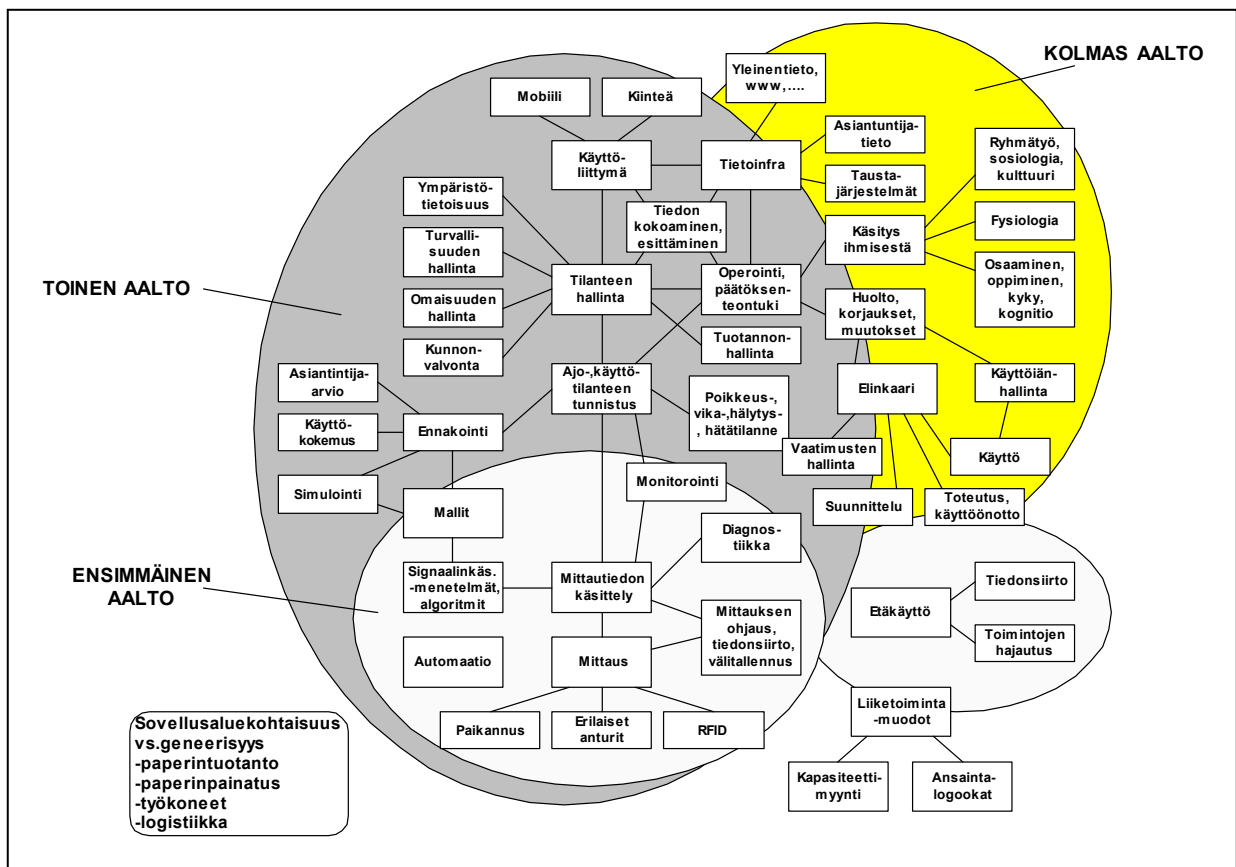
Liiketoimintaprosessit (PIP, Partner Interface Processes) määrittelevät yritysten välisessä liiketoiminnassa syntyvät ”vuoropuhelut” (engl. dialog), eli mitä viestejä lähetetään ja missä järjestyksessä. PIP-määrittelyjä on sekä hyvin yleiskäyttöisiä että eri teollisuuden alojen ja maantieteellisten alueiden tarpeisiin suunnattuja. PIP-määrittelyt sisältävät muun muassa vuoropuhelut tuotetiedon vaihtamiseen, tilausten, varaston ja markkinointitiedon hallitsemiseen sekä huoltoon, tukeen ja valmistukseen. Kaiken kaikkiaan PIP-määrittelyjä on saatavilla jo reilusti yli 100. [ROSETTANET]

Alun perin RosettaNet on lähtöisin Yhdysvalloista, mutta nykyisin se on käytössä ympäri maailman, painopiste on kuitenkin Amerikassa ja Aasiassa. Euroopassakin RosettaNetin käyttö on yleistynyt, ja Anilinker Oy:n ja Iocore Oyj:n vuonna 2002 tekemän tutkimuksen mukaan Suomi on Euroopan kärjessä RosettaNetin käyttöönotossa. Tutkimuksen arvion mukaan RosettaNetin käyttö Suomessa on jo varsin laajaa vuoteen 2004 mennessä. [ANILINKER]

5. Synteesi: Skaalautuva ISS-konsepti

Kokoamalla projektianalyyseistä yhteen mielipiteitä ja näkökohtia etenkin Palvelu teollisuudessa -otsikon alta, voidaan melko helpostikin piirtää oheisen kuvan (5.1.) mukainen käsittekaavio. Kaaviossa on myös huomattavaa samankaltaisuutta edellä kuvattujen referenssiarkkitehtuurien MIMOSA, ISA-S88 ja ISA-S95:n kanssa. Projekteissa toki standardit ovat ainakin implisiittisesti olleet taustalla.

Yksi etenemistapa kohti palvelukeskeistä konseptia olisikin yrittää yhdistää esimerkiksi mainitut kolme referenssiarkkitehtuuria. Ne kaikki ovat varsin laajan kansainvälisen asiantuntijajoukon tuottamia tuloksia, joissa mahdollisesti kiteytyy yhteensä satojen henkilötyövuosien luova analyysi- ja mallinnustyö! Malli kattaisi hyvin suuren osan prosessi- tai kemianteollisuuden toiminnoista. ISS-workshopeissa edelleen monen muunkin sovellusalueen, esimerkiksi työkoneet, työmaat, rakennustekniikka, liikennetekniikka ja kappaletavara tuotanto, asiantuntijat totesivat, että tällainen malli joko sellaisenaan tai vähän muutettuna soveltuu niihinkin. Tällaisen kokonaiskuvan taustalla olisi kuitenkin selkeästi **vanhakantainen paradigma** suuresta, keskitetystä ja hierarkkisesti johdetusta ja organisoidusta tuotantolaitoksesta, jossa kaikki omistetaan itse, kaikki tehdään itse, ja kaikkeen on oma henkilökunta.



Kuva 5.1. Teollisten järjestelmien toimintokartta – perinteinen ajattelumalli.

Teollisuuden palveluliiketoiminnassa kyse on suuressa määrin **toimintojen hajauttamisesta** palvelun ostajan ja palvelun tuottajien kesken. Eli tulisi yrittää hahmottaa, millä tavalla oheinen kuva muuttuu, kun siinä luetellut toiminnot tai tarpeet toteutetaankin palveluina, ei itsenäisesti oman tehtaan tai organisaation sisällä. Toki voidaan ajatella otettavan lähtökohdaksi paras mahdollinen suljetun organisaation toiminto- tai muu malli.

Referenssimallien yhdistämisessä kannattaa edetä varovasti senkin takia, että ne ovat melko uusia. ISA-S88 on ollut käsitelmällinen vakiintunut noin kymmenen vuotta, ja vastaavat järjestelmätuotteet ja siten käytännön toteutukset nyt alkavat olla tämän standardin mukaisia. ISA-S95 on uudempi, ja vastaava yhdenmukaistamisalusto on selkeästi alkamassa. MIMOSAan alkaa teollinen tietoisuus vasta herätä. Kehitys on pisimmällä kaavion alareunasta, so. mittauksista, monitoroinneista, automaatiosta ym. käsin. On paljon sovel-lusalueita, joissa kuvan eri osat kehittyvät lähivuosina vielä huimasti. Em. kolme standar-dia, ja muutamat vastaavat muiden alojen standardit, olivat – ja ovat edelleen – edellä aikaansa, ja lähivuosina ne todennäköisesti yhdensuuntaistavat merkittävästi tuotekehitystä. Teknologia- ja talouden suhdanteet, suurten pelureiden tuote- ja business-strategiat, teknologian kypsyminen saattavat kuitenkin muuttaa tilannetta.

On mitä ilmeisintä, että palvelu teollisuudessa tulee etenemään tätä tilannetta vastaten **osa-alueittain**. On siis hyvin tavallista, että tämän päivän laitteet, koneet, prosessit ja rakennukset on instrumentoitu mittauksista monitoroinnin tasolle. Siten on loogista, että aluksi toimintojen ulkoistaminen, etätoiminnot jne. kehittyvät tälle tasolle. Tämä onkin sekä tutkimuksessa että teollisuudessa selvästi nähtävissä, siinä määrin, että tämä laajuus muodostaa **palveluliiketoiminnan ensimmäisen aallon**.

Siirryttäessä kuvan 5.1 käsitteissä monitoroinnista ylöspäin voidaan heti todeta, että ajo- ja käyttötilanteen tunnistaminen sekä **operatiivisen tilan hallinta** ovat toisaalta joko keskeisiä ja vakiintuneita automatisoinnin kohteita tai niistä vastataan manuaalisesti, mutta toisaalta yhtä selkeästi toistaiseksi vain **lokaalisti** tehtäessä, ajoneuvossa, työmailla jne. toteutettavia toimintoja. Esimerkkejä autonomisista tai miehittämättömistä tehtaista toki on, mutta yleisesti ottaen tällä tasolla hajauttamisen haasteet ovat huomattavasti suuremmat kuin pääasiassa yksisuuntaisiin tietovirtoihin perustuvassa etämonito-roinnissa tai etädiagnostiikassa. Erilaiset tilanhallinnan toiminnot toteutunevatkin **vähitellen**, alkaen yksinkertaisimmista ja vähiten kriittisistä sovelluksista. Selvää on niin ikään, että toimintoja on järkevää tehdä sekä paikallisesti että etätyönä, usein vielä yhteisvastuullisesti. Tämä laajuus muodostaa palvelutoiminnan **toisen aallon**, joka sekin on pienessä määrin alkanut, mutta kehittyy ja kypsyy asteittain ja pitemmän ajan kuluessa kuin ensimmäinen aalto.

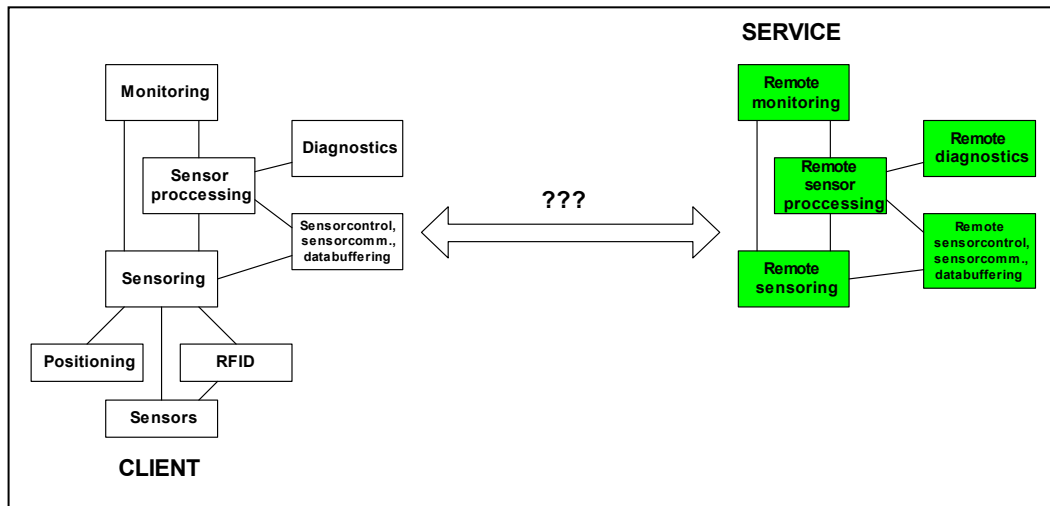
Erittäin oleellisia kehitysaskelaita tarvitaan myös esimerkiksi **käyttöliittymissä, päätöksenteon tuessa ja tietojärjestelmien hyödyntämisessä**, joista mitkään haasteet eivät ole triviaaleja tai pieniä osa-alueita. Palveluliiketoiminnan yhä edetessä tultaneen muutaman vuoden kuluttua **strategisiin kumppanuuksiin** elinkaarittain. Ehkä vasta myöhemmin voidaan jälkikäteen todeta, millaisia olivat kolmas tai ehkä neljäs aalto.

5.1 Palvelu teollisuudessa: ensimmäinen aalto

5.1.1 Lähtökohdat

Kuvan 5.2 vasen puoli on monella tavalla looginen ja luonnollinen poiminta monenlaisen laitteen, prosessin, tuotantolinjan, rakennuksen, työmaan jne. aloitusvaiheen instrumentointikokonaisuudesta. Vähintään asennetaan antureita, ja jos niitä on asennettu, halutaan niiden mittaamaa tietoa saman tien **monitoroidakin**, so. katsella. Jo pitkään on osattu monenlaisia **signaalinkäsittelytekniikoita** korjaamaan mittausten epätäydellisyyksiä (mm. kohina, häiriöt, bias, epälineaarisuudet). Signaalinkäsittelytekniikoista on kehitetty vähitellen **diagnostiikkamenetelmiä**, jotka kykenevät luokittelemaan mittauksia tai mitattavaa kohdetta normaaliksi tai eri tavoin epänormaaleiksi, varoittamaan suureiden siirtymisistä pois normaaleilta alueilta kohti ei-toivottavia alueita, päättämään vian alkuperäisiä aiheuttajia, ennustamaan käyttökuntoisuuden kehittymistä jne. Algoritmimielessä jo 1960-luvulta asti paljon tieteellistä huomiota saaneet signaalinkäsittelytekniikat ovat 1990-luvun myötä saaneet monitoroinnista kiitollisen sovelluskohteen. Monesti taas haluttu suure tai halutut suureet ovat jotakin muuta kuin mitä voidaan suoraan mitata (lasketut suureet vs. mitatut suureet). **Laskettuja suureita** sanotaan usein myös laatusuureiksi. Lasketut suureet voivat olla koosteita maantieteellisesti hajallaan tehdyistä mittauksista. Nykyään paljon huomiota ovat saaneet erilaiset **langattoman kommunikoinnin** sovellukset, kuten langaton mittaustiedon siirto radioteitse ja laitteiden automaattinen paikannus. Jo vallitsevamman aseman ovat saavuttaneet erilaiset anturi- ja kenttäväylät. Monipuolinen mittaustiedon käsittely saattaa vaatia nk. kenttälaitetasolle omat hallintaohjelmistonsa. Niin ikään sovellukseen saattaa saumattomasti ja vakiintuneesti kuulua koneen, laitteen, prosessin tai tuotantolinjan ohjausta ja säätöä.

Väheksymättä käytännön ja teorian ongelmia mittaustiedon käsittelystä ja monitoroinnista tekee helpon se, että **tietovirrat ovat pääsääntöisesti yksisuuntaisia**: anturilta monitorointiin. Vastuu johtopäätöksistä ja toimenpiteistä takaisin mitattavaan kohteeseen on ihmisellä operaattorina. Muutamia poikkeuksiakin on, esimerkiksi mittausten kalibroinnit, algoritmien parametroidit ja ohjelmien uusien versioiden laitteisiin lataamiset.



Kuva 5.2. Teollisuuden palveluliiketoiminnan ensimmäinen aalto: ongelmanasettelu.

Sitä mukaa kuin tiedonsiirtotekniikat ovat yleistyneet, on näitä yksisuuntaisia mittaustietovirtoja kuvaannollisesti **haaroitettu** kulkemaan myös verkkojen yli matkojen päähän. Kuvan 5.2 mukainen asetelma on kymmenen viime vuoden aikana ollut **erittäin suosittu tutkimusaihe!** Tekesin projektitietokannasta on helposti osoitettavissa kymmeniä projekteja, joiden keskeisenä teemana on ollut demonstroida, kuinka mittaustieto saadaan kulkemaan maantieteellisesti paikasta toiseen. Mitattavat kohteet toki ovat vaihdelleet, niin myös etälukulaite (unix-tietokone, PC, matkapuhelin, kämmenlaite jne.) sekä tietenkin välittävä tiedonsiirtotekniikka. On myös tavallista, että jommassakummassa päässä tai molemmissa on mittaustietokanta. Teknologiaapainotteisuus ilmenee negatiivisella tavalla myös siten, että uusia tekniikoita lähdetään kokeilemaan aina kun tekniikat ovat vielä prototyyppisiä tai muuten uusia, jolloin tuotteissa on vielä lastentauteja, työkalut ovat alkeellisia, ja rajapintojen yhteensopivuus on totta vasta myyntipuheissa. Tästä vääjäämättä seuraa, että arvokasta tutkimuskapasiteettia kuluu toisarvoisten käytännön ongelmien ratkaisemiseen tai kiertämiseen, ennen kuin demojärjestelmä saadaan edes hetkellisesti toimimaan kuten oli odotettu.

MIMOSA-referenssimalli näyttää kattavan tehokkaastikin ko. ensimmäisen aallon toiminnot. Samoin niin ISA-S88:ssa kuin S95:ssä on määriteltynä tiedonkeruuta ja monitorointia tukevia osia.

Teknologia on toisaalta tullut erittäin paljon käyvämmäksikin, ja muutamilla teollisuudenaloilla etämonitoroinnista on tullut **vakiintunut osa liiketoimintaa**. Kypsintä liiketoimintaa on aloilla, joilla kone-, laite- tai tehdastoimituksiin liittyy **ylläpito- tai takuu-käytäntöjä**, ja jotta palvelu olisi mahdollista, toimittajan on kyettävä kuvan 5.2 mukaisella tavalla seuraamaan on-line toimitettujen laitteiden kuntoa ym. Edelleen signaalinkäsittely tai diagnostiikka saattaa olla niin **vaativaa**, että tulosten laskenta ja tulkinta vaativat asiantuntemusta, jota on parhaiten vain toimittajalla tai alihankintaketjussa pidemmällä.

Etätoiminnot monitoroinninkin tasolla vaativat **hyvää yhteistoimintaa** asiakkaan ja toimittajan tai toimittajaverkon välillä, ja vähitellen liiketoiminnan paremmasta järjestämisestä ja jäsentämisestä alkaa tulla välttämättömyys. Etätoimintojen demonstrointi ei enää riitä.

5.1.2 Ensimmäisen aallon teknologiatiekartta

5.1.2.1 Yleistä

Tuotteissa ym. on jo yleisesti upotettuna tai lisättyinä monitorointia tukevaa teknologiaa tai älykkyyttä, mutta saatavasta **datasta ei synny kenellekään kassavirtaa**. Voidaan myös todeta, että olemassa olevaa **teknologiaa ei hyödynnetä** palveluliiketoimintaa kehitettäessä. Sama asia ilmenee myös niin, että **liiketoimintamallien puute** estää yhdessä toteamasta ja sopimasta, miten palveluliiketoiminnasta saadaan tehtyä rahaa, tai millainen olisi toimiva arvomalli, ja edelleen miten palveluntarjoaja ottaa vastuun arvokeijusta. **Ansaintalogiikka** ei ole vielä selkeä. Tarvitaan liiketoiminnan kehittämisen referenssimalleja, liiketoimintalähtöistä vaatimusmäärittelyä ja sitä kautta ICT:n vaatimusmäärittelyä. **Sovellustason käsitelmät** puuttuvat edelleen eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta.

Tyypillisiä pilottisovelluksia tällä hetkellä ovat:

- koneiden etämonitorointi, etädiagnostiikka, etäkalibrointi, haastavat signaalinkäsittelymenetelmät
- sensoriverkot, soft sensor -tekniikoiden kehittyminen
- langattomien päätelaitteiden käyttö.

Tiedonsiirtotekniikoista keskeisiä ovat:

- lyhyellä kantamalla (näköetäisyydellä): Bluetooth, WPAN, RFID
- tehtaaneläjäisest: IEEE 802.11, Wireless LAN
- pitkissä yhteyksissä: GSM, GPRS, EDGE, 3G
- Internetin käyttö on yleistä, web services -tekniikoita sovelletaan, erilaiset Java- ja XML-sovellukset ovat suosittuja.

Moni yritys haluaisi käyttää hyväkseen kaupallisia **operaattoripalveluita** etäsovellustensa tekemiseen. Tällä hetkellä käytännöt eivät ole oikein vielä vakiintuneita, ja palveluiden ostoä pidetään erittäin kalliina.

5.1.2.2 Tiekartan teknologinen nykytila

Vahvuuksia

Tiedonsiirtoteknologioita on olemassa sekä langallisena että langattomana (ks. laajemmin viite [T1ROADMAP]). Tiedonsiirron kapasiteetti ja luotettavuus on myös useisiin, myös reaaliaikaisiin, sovellustarpeisiin nähden riittävää, tai voidaan sanoa, että rajoitukset tunnetaan. Langattomien tekniikoiden toimivuus teollisuusympäristössä tunnetaan niin ikään. **Päätelaitteiden kirjo** on kasvamaan päin, ja niissä on nykyiselläänkin runsaasti hyödyntämättömiä ominaisuuksia.

Kohteiden **anturointi** tai mittaustekniikan kehittyminen vaihtelee aloittain. Mittaus pysyy tietyllä tavalla aina kehityskohteenä, mutta valtaosalta anturointi on kustannuskysymys, ei tekniikkakysymys. Kuten edellä jo todettiin, signaalinkäsittely**menetelmiä**, diagnostiikka-, monitorointi- jne. **-tekniikkoja** on runsaasti kehitetty ja pilotoitu eri kohteissa, eli ammattitaitoa löytyy. Puutteena nähdään, että monimutkaiset, **tutkimuksellisesti**kin vaativat algoritmit edellyttävät soveltajaltaan tohtoritason koulutusta, ja sovellukset ovat usein liian **räätelöityjä** ja vaikeasti ylläpidettäviä. Etätoimintoja tukevia laitteisto- ja ohjelmistoratkaisuja on olemassa, mutta eri järjestelmien **yhteensovittamisessa** on paljon haasteita jäljellä. Laitteistoon, ohjelmistoon, tiedonsiirtoon sekä eri sidosryhmien käsitteisiin liittyvät **rajapinnat** ovat olleet kasvava ongelma. Kalibrointia on opittu tekemään sekä langallisessa että langattomassa ympäristössä.

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

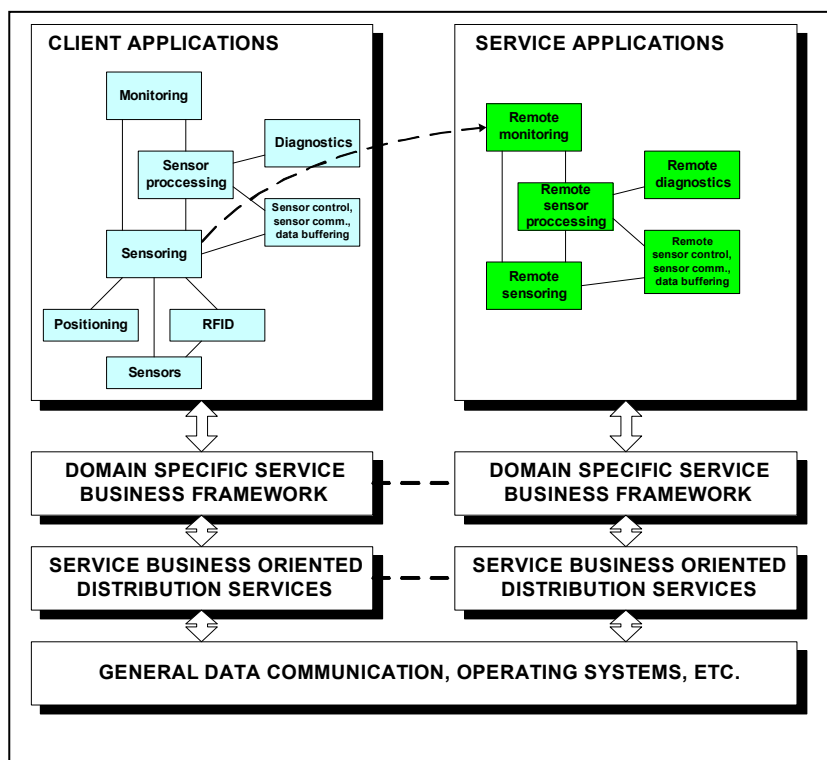
Suurimmat kysymysmerkit teollisuudessa kohdistuvat **tietoturvaan**, **käytettävyyteen** ja **deterministisyyden** sekä **reaaliaikaominaisuuksien** säilymiseen. Jopa lyhyilläkin etäisyyksillä tiedonsiirrossa on asynkronisia viiveitä ja virheitä. Alan **standardointi** on toisaalta laajaa, mutta teollisuussovelluksiin nähden painottunut hierarkioiden alimmille tasoille. Eri järjestelmien kellojen synkronointi on osoittautunut vaikeaksi ongelmaksi.

5.1.2.3 Lyhyen tähtäimen tavoitteet

Lyhyen tähtäimen tavoitteina pidetään pääsääntöisesti sellaisia tavoitteita, jotka olemassa olevalla tekniikalla on oivallettu olevan mahdollista. Siten vielä jonkin aikaa valtaosan kehityshankkeista muodostavat erilaiset **teknologiapilotit**.

Peruspilottien jatkeena on alettu hyödyntää **päätelaitteiden Java-ominaisuuksia**. **TCP/IP**:stä tulee vähitellen joka laitteen tukema protokolla, ja niinpä kiinnostus esimerkiksi **web services** -tekniikan on kasvamassa. Sovellusohjelmien lataaminen palvelimelta alkaa olla tavanomaista.

Vaikka kyse on korkeintaan monitoroinnista, tarve **avoimiin arkkitehtuureihin** on ilmeinen. Moni yritys haluaa yhtenäistää ja tehostaa diagnostiikan, hälytysten reitittämisen, suorituskykyanalyysien, kunnonvalvonnan, laskettujen suureiden (laatusuureiden) implementoinnin näitä tukevan järjestelmälustan tai **middlewaren** päälle. Tarvitaan siis riittävän sovellusläheisiä mutta avoimia arkkitehtuuri- ja rajapintamäärittelyjä nykyisten, melko tietoliikennepainotteisten standardien lisäksi. Koska olemassa olevia mittaus- ja automaatiojärjestelmiä, kenttäväyläjärjestelmiä jne. on jo paljon tuotteina ja käytössä, uusien järjestelmien on oltava yhteensopivia lisiä (**add on**) nykyisiin järjestelmiin. On myös paljon nk. **perinteisiä laitteita**, joihin halutaan jälkiasentaa etäkäyttöön sopivaa elektroniikkaa ja ohjelmistoa.



Kuva 5.3. Palveluliiketoiminta tarkoittaa toimintojen hajauttamista, palveluliiketoimintaa soveltuvien avointen alustojen avulla.

5.1.2.4 Pidemmän aikavälin tavoitteita

Monitoroinnin kehittämisen yhteydessä usein kuultava tarve on, että käyttäjät haluavat nähdä **informaatiota**, ei dataa. Datan ja informaation tai tiedon ero on tavallisimmin se, että data muuttuu tiedoksi **oikeassa kontekstissa** tai asiayhteydessä. Monitorointiin siis tulee liittää tekniikoita, jotka identifioivat kontekstia, jolloin siirrytään konsepteissa yksi taso ylöspäin (vrt. toinen aalto).

Toinen luonnehdinta visioksikin on, että käyttäjän tulee saada **oikea tieto, oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan, oikeassa muodossa, oikealle henkilölle, luotettavasti ja helposti**. Tämän moniulotteisen tavoitteen esteenä on vielä monia ongelmia, esimerkiksi: suunnittelijoiden epätietoisuus käyttäjien tarpeista (vaikka kaikki oppikirjatkin tähdentävät asian tärkeyttä), laskenta- ja kommunikaatiokapasiteettien kasvusta huolimatta haku- ja vasteaikoihin voidaan vaikuttaa hyvin paljon käyttöprofiilin mukaisella järkevällä suunnittelulla, tiedon oikeellisuuden tarkistaminen, tiedon omistamisen tai käyttöoikeuksien hallinta, sekä kaikki jäljellä olevat haasteet datan muuttamiseksi tiedoksi. Tietoa tullaan monitoroimaan hyvin erilaisilla päätelaitteilla erilaisin ominaisuuksin. Loppukäyttäjillä on usein sekä nk. suunniteltua tiedontarvetta että **suunnittelemattomia tiedontarpeita**.

Kuten on todettu, on olemassa vuosikymmenten ajalta erittäin paljon erittäin kyvykkäitä algoritmeja. Tieteellinen tutkimus ei selvästikään tue riittävästi tällaisten **algoritmien ongelmalähtöistä, soveltavaa käyttöä**. Tutkimus on teknologialähtöistä, eikä teoreettisten haasteiden ratkaiseminen suunnittelijan näkökulmasta näytä olevan kovin suositua. Algoritmien komponentoinnin esteenä on vielä monen teoreettisen ongelman ratkaiseminen.

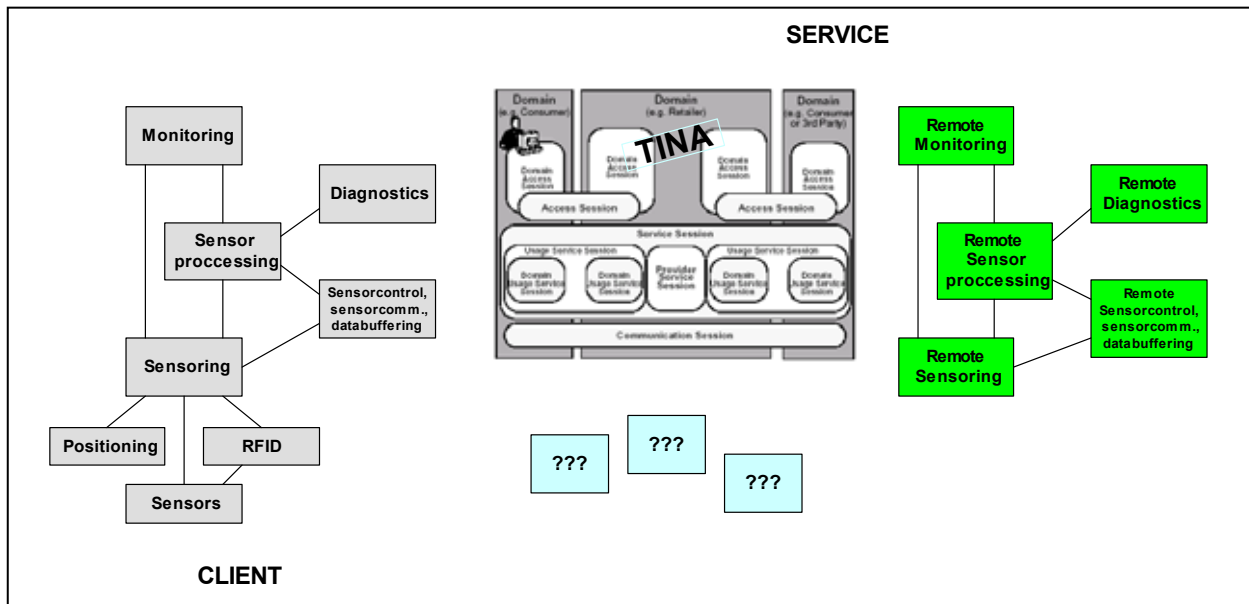
5.1.3 Mahdollinen uusi konsepti

Konseptitasolla tulee kehittää vähintään kahdenlaista teknologiaa:

- itse monitorointia, diagnostiikkaa, signaalinkäsittelyä yms. riippumatta siitä, ovatko nämä toiminnot allokoitu sovelluskohteen yhteyteen vai etäpalveluksi
- teknologiaa, joka ottaa konkreettisesti huomioon sen, että **kyse on palveluliiketoiminnasta**. Kyse on paljon muustakin kuin langallisesta tai langattomasta tiedonsiirrosta.

Syksyllä 2003 alkanut analysointipainotteinen työ ehti oikeastaan tuoda esiin oireita ja tarpeita tällaisesta selvittämättömästä välialueesta. Strukturoitu jatkotyöskentely jää jatkoprojektien tehtäväksi. TINA- tai RosettaNet-referenssimallit ovat yksi vaihtoehto hyödynnettäväksi tai lähtökohtaesikuvaksi. Pelkkään tiedonsiirtoon järjestelmätuotteet ovat monella tavalla jo olemassakin. Palvelulähtöisesti yhteydenottoja pitää voida tehdä joustavan asynkronisesti tilanteen mukaan, diagnostiikka-algoritmia pitää voida tilanteen mukaan vaihtaa, palveluja on voitava asettaa esille uusien asiakkaiden harkittavaksi, palveluita on voitava etsiä sähköisiltä markkinoilta jne. Järjestelmät tulee voida asentaa kustannustehokkaasti, perustuen hyviin työkaluihin jne.

Kuvat 5.3 ja 5.4 tuovat esiin myös sen, kuinka tärkeää on edetä työskentelyssä aalloittain tai vaiheittain. On oleellista tuoda esiin **uuden liiketoiminnan palvelukeskeinen luonne**, ja johtaa siitä tarvittavat teknologiset arkkitehtuurit ja komponentit. Tämä on sinällään niin suuri haaste, ettei todennäköisesti ole järkevää tehdä ensimmäistä harjoitusta vertikaalisesti kaikkien toimintojen laajuisesti. Monitorointilaaajuus – näennäisestä yksinkertaisuudesta huolimatta – tuo esiin harmaasta välialueesta oleellisia piirteitä, jotka ovat välttämättömiä seuraavissa järjestelmäsukupolvissa.



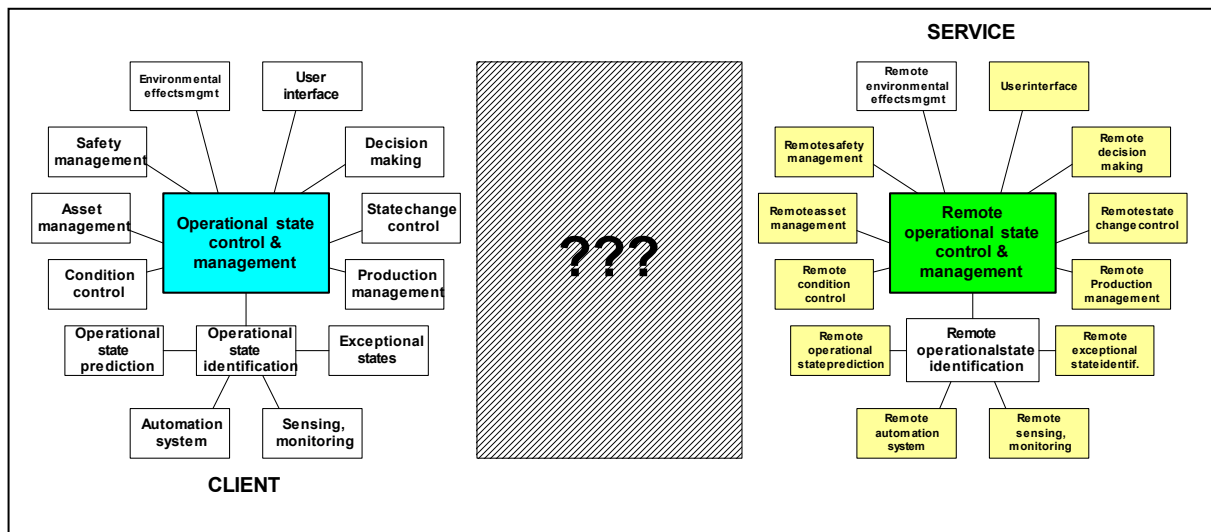
Kuva 5.4. Etämonitoroinnit, -diagnoosiikat yms. ovat ulkoistettuja, jaettuja, hajautettuja jne. toimintoja.

5.2 Palvelu teollisuudessa: toinen aalto

Kuvassa 5.1 on ylöspäin lyhyt matka **ajo- ja käyttötilanteen tunnistamiseen** ja edelleen **operatiivisen tilanteen hallintaan**. Tällöin tulee mukaan suuri määrä toimintoja ja käsitteitä, joiden kehittäminen yksittäisen koneen, tehtaan tai työmaanlaajuisestikin on vielä suurten haasteiden edessä, jos kohta pitää todeta, että vaikuttavia järjestelmiä on eri aloille kehitetty, ja niitä on menestyksellisessä käytössäkin. Ei ehkä ole itsestään selvyys, että tämä nk. toinen aalto on rajattava tässä esitettävällä tavalla. Kuitenkin niin ISS-projektin keskustelut kuin Tekesin ÄLY-ohjelman roadmap-tilaisuudet, ja monet projektitkin, varsin selvästi osoittavat tämän kokonaisuuden tärkeyttä. Ainakin tämä määrittely auttaa osittelemaan koko tiekartan nyt ja seuraavina vuosina tarvittavan työn järkevällä ja käytännönläheisellä tavalla. Muistutettakoon taas, että po. aallot eivät seura peräkkäin toisiaan poissulkevasti, vaan kumpaakin tapahtuu samanaikaisesti.

Operatiivisen tilan hallinta on tietenkin ennen muuta tuotannon, prosessin, työmaan, koneen, laitteen jne. **hallintaa perustarkoituksessaan**. Monesti operatiivisia tiloja on useita, so. tehtaassa tuotetaan eri tuotteita, työkoneella ajetaan metsässä ja maantiellä, rakennuksessa asutaan eri vuodenaikoina, tai kohde on seisokkitilassa, huoltotilassa tms. Operatiivisen tilan hallintaa kuuluvat silloin hallitut **tilanvaihdot**, esimerkiksi prosessilaitoksessa on automatisoituja ylös- ja alasajosekvenssejä. Operatiiviseen tilaan yhä useammin kuuluvat myös **kunnon ja käytettävyyden hallinta**, **omaisuuden** tai asettien hallinta, **turvallisuuden** hallinta, **ympäristömyötävyyden** hallinta yms. Keskeistä ovat monenlaisen **tiedon hallinta** (knowledge management), **päätöksenteko** monine osa-alueineen, **käyttöliittymät** yleensä sekä **ihmisen rooli** tilanteen hallinnassa.

Oleellinen edellytys operatiivisen tilan hallinnalle on **nykyisen, menneen ja tulevan tilanteen tunnistus**. Tämän alalajeja ovat **normaalitilanteet**, **poikkeus-**, **vika-**, **hälytys- ja hätätilanteet**. Ennakointi voi olla kokemukseen perustuvaa, asiantuntija-arvioperustaista, simuloitua tai mittauksiin perustuvaa, so. kaikkeen mitä kuvattiin edellisessä aallossa. Monitorointitaso kuuluu itsestäänselvästi kuvaan mukaan, vaikka sen osuus on kuvassa kutistettu yhteen laatikkoon.

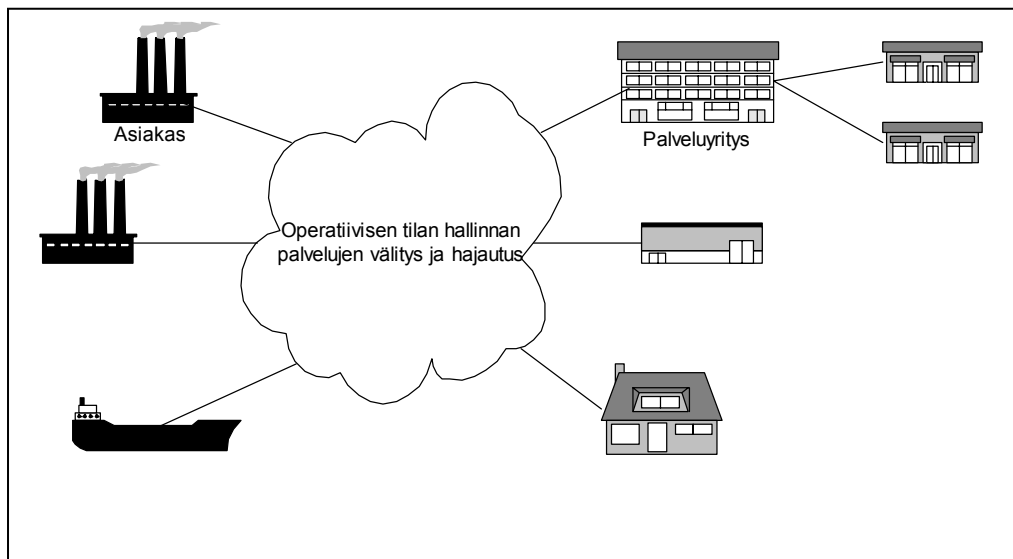


Kuva 5.5. Teollisuuden palveluliiketoiminnan toinen aalto: ongelmanasettelu.

Prosessiautomaatiojärjestelmät ovat hyvä esimerkki tämän päivän operatiivisen tilan hallinnan järjestelmistä, ne on tarkoitettu tyypillisesti toimimaan prosessilinjan ohjauksessa ja säädössä. ISA-S88 on hyvä esimerkki tämän tason referenssimallista; se toki kattaa jossakin määrin myös prosessilaitteiden tiedonkeruuta sekä ainakin rajapintamielessä **tuotannonohjauksen** piirteitä. ISA-S95 on vastaava referenssimalli tehtaasta, jossa operatiivista tilaa yms. voidaan järkevästi kuvata laitteiden, materiaalien ja ihmisten yhdistelminä. Kappaletavara tuotannossa suuressa määrin, työmailla ehkä kattavastikin sekä prosessilaitoksessa automaatiojärjestelmätason (esim. S88) yläpuolella

S95 on hyödyllinen referenssimalli, ja sen mukaisia järjestelmätuotteita on alkanut olla aivan viime aikoina olemassa.

Jos, ja mitä todennäköisimmin, teollisuuden palveluliiketoiminta ulottuu myös näille tasoille, perusongelmanasetteluksi tulee, **miten ao. toiminnot hajautetaan**. Joistakin toiminnoista vastuu ja toteutus ehkä siirtyvät kokonaan palveluntuottajalle. Useimmissa toiminnoissa kyse tulee todennäköisimmin olemaan aidosti **jaetuista toiminnoista** niin, että toimintoa tehdään molemmissa päissä, tai **palveluverkostossa** laajemminkin. Lähes aina tulee olemaan toimintoja, joita ei voi tarkoituksenmukaisesti, taloudellisesti, toiminnon luonteesta johtuen tms. hajauttaa. Automaatiosuunnittelussa on tärkeä nk. **automaatioasteen** järjevä määrittäminen, millä tarkoitetaan sitä, kuinka kunkin toiminnon toteutus jaetaan ihmisen ja automaation kesken. Vastaavasti jaetuissa toiminnoissa tärkeäksi muodostunee **hajautusaste**, eli millä tavalla toiminto jaetaan lokaalin tuotantolinjan tai tehtaan ja maantieteellisesti etäällä olevan palveluntarjoajan kesken.



Kuva 5.6. Monenkeskistä palveluliiketoimintaa.

Palveluliiketoiminnan kehittyessä ei ole olemassa vain yksittäisiä palveluyritys-asiakasyrityspareja, vaan tilanne on monen suhde moneen: yksi asiakasyritys on hajauttanut toimintojaan monen palveluyrityksen kanssa ja yksi palveluyritys palvelee ehkä suurtakin asiakaskuntaa. **Palveluliiketoimintaverkostot** voivat olla laajoja. Esimerkiksi telakkayritys voi jatkaa palvelukeskeistä kumppanuutta laivanvarustamoyrityksen kanssa rakentamisen jälkeen pitkäänkin. Laivan moottorit ovat tyypillisesti alihankittuja, ja moottorin kunnossapidossa moottorivalmistaja pysyy avainasemassa. Monet moottorinosat on usein valmistettu laajoin alihankintasopimuksin. Yhteistoimintakonstellatio vai vaihdella laivan elinkaaren aikana. Itse asiassa tätä **toimintatapaa on harjoitettu-**kin Suomen teollisuudessa jo vuosia, ilman että toimintatapaa on erityisesti kutsuttu pal-

veluliiketoiminnaksi, tai että tietojärjestelmät olisivat sitä erityisesti tukeneet. Liiketoimintamuodot, ansaintalogiikat, hyödynnettävä tietotekniikka ym. ovat silti vielä kehityskaarensa alussa, verrattuna mitä näissä liiketoiminnoissa mukana olevat ovat mielesään hahmottaneet olevan mahdollista. Verkottuvasta palveluliiketoiminnasta on olemassa hyviä pilotteja tai jo alkanutta aitoa liiketoimintaa, myös mm. suurten paperitehtaiden ympärillä.

ISS-työryhmässä tämäntapainen työskentely aloitettiin, toisin sanoen hahmoteltiin esimerkkejä siitä, mitä tarkoittaa erilaisten hallintotoimintojen hajauttaminen eri sovellusalueilla. Tulokset olivat vielä esimerkin- tai mallinomaisia, eivät missään tapauksessa kattavia.

5.2.1 Toisen aallon teknologiatiekartta

5.2.1.1 Yleistä

Vahvuuksia

Niin yrityksissä kuin tutkimusryhmissä **teknistä osaamista** on paljon. Suomessa on operatiivisten järjestelmien valmistusta, integraattoreita ja suunnittelutoimistoja tekemään sovelluksia sekä T&K-projekteja, jotka vievät kehitystä ainakin osa-alueittain oikeaan suuntaan. Erilaisiin hallintatehtäviin ovat perusjärjestelmät olemassa, lähtökohdaksi hajautetulle toiminnalle. Esimerkkeinä tuotetiedon hallinta, käytön tukijärjestelmät, prosessitietokannat jne. Suomalaiset tehtaot, koneet jne. ovat yleensä runsaasti **instrumentoituja**. Nk. ensimmäisen aallon suhteen on jo myös yrityksissä edetty.

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

Jos vahvuudeksi on voitu todeta, että tekniikkaa periaatteessa olisi edetä palveluliiketoiminnan kehittämisessä, niin kääntöpuolena heikkoudeksi pitää todeta **teknologian hyödyntämättömyys**. Varsinkin operatiivisen tilan hallinnassa tähän on monia hyviä syitäkin. Teknologiapuutteitakin on, ja yksi on se, että **hajautettuja operatiivisia järjestelmätuotteita** ei juuri ole ollut olemassa, eikä niitä kovin paljoa ole kehitetty palveluliiketoiminta mielessä.

Liiketoimintamallien puute on operatiivisellakin tasolla ilmeinen: Miten palveluliiketoiminnasta saadaan tehtyä rahaa? Millainen olisi toimiva arvomalli? Miten palveluntarjoaja ottaa vastuun arvoketjusta? Ansaintalogiikka ei ole vielä selkeä. Prosessiajattelu ja liiketoiminnan kehittäminen ei ole selkiytynyt yrityksissä: puuttuvat usein sekä **Business Roadmap** että **Technology Roadmap**. Liiketoiminnan kehittäminen lähtee markkinoiden muutoksesta ja trendeistä, jolloin asiakkaalle tarjotaan uudenlaisia tuotteita ja palvelupaketteja. Technology Roadmap taas saa vaikutteita liiketoiminnan kehittämisestä: mitä teknologiaa, minne ja miten. Liiketoiminnan kehittämisen referenssimallista

liiketoiminnan vaatimusmäärittelyyn, ja sitä kautta ICT:n vaatimusmäärittelyyn, tässä on pitkä tie kulkematta

Kiristyvät asiakasvaatimukset, kallistuvat raaka-aineet, työvoima- ja investointikustannukset edellyttävät sekä yhä **tehokkaampaa** ja pitemmälle automatisoitua prosessia että tehokkaammin hajautettua toimintaa. Suunnittelu normaalitilanteiden varalle hallitaan hyvin, mutta **poikkeustilanteiden** hallinnan suunnittelukäytännöt ja -työkalut eivät ole vakiintuneet, ja lopputulos riippuu paljon suunnittelijan kokemuksesta ja ammattitaidosta. **Käyttäjien reaktiot** uuden teknologian suhteen korostuvat siirryttäessä paikallisesta hallinnasta **jaettuun hallintaan**. Tapaustutkimuksiin liittyy tyypillisesti mittausdatan esikäsittelyä, analysointia ja mallinnusta, mahdollisesti tietokantasuunnittelua ja tosikaisten monitorointisovellusten kehittämistä, mahdollisesti myös vikatilanteiden syiden diagnostisointia tai syntyvien vikojen prognostisointia – eli pääasiassa ollaan vielä vahvasti ensimmäisen aallon puolella.

Palveluliiketoiminnan **termistö** on saatava kuntoon, jotta eri alojen kehittäjien vuoropuhelu tehostuisi.

5.2.1.2 Tiekartan teknologinen nykytila

Vahvuuksia

Mikäli tekniikkaa operatiivisen tilan jaettuun hallintaan on, kyse on tyypillisesti off-line-järjestelmästä. Langallisen ja langattoman verkon hyödyntäminen aletaan sinänsä osata. Automaation hajautuksen tutkiminen on aloitettu esimerkiksi VTT:llä muutama vuosi sitten, ja alan järjestelmäalustat tai nk. reaaliaika middleware-tuotteet ovat kehitymässä. Ohjaus- ja hallintatekniikat tunnetaan lokaalissa muodossa. Potentiaalista moniagenttitekniikastakin on jonkin verran kokemuksia laboratoriotasolla.

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

Tiedonsiirron viiveet ja virheet, tietoturvakysymykset, turvallisuus-, käytettävyyden ja reaaliaikaominaisuudet ovat vielä epäselviä. **Standardointi** on yleisesti painottunut tiedonsiirron alemmille tasoille, se ei kata esimerkiksi hallintatoimintojen **hajauttamista**. **Sovellustason käsitteelliset mallit** puuttuvat edelleen eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta. Ohjaussovelluksen toimivuus on hajautetussa ympäristössä teoreettisestikin varmistamatta ja usein myös kehittämättä.

Yleisesti laajoja sovelluksia ei ole teknisesti järkevää toteuttaa keskitetyillä ratkaisulla. **Mammuttijärjestelmät** eivät monella tapaa ole tarpeeksi joustavia ja ketteriä. Eri järjestelmien **yhteensovittamisessa** on paljon haasteita jäljellä. Laitteistoon, ohjelmistoon, tiedonsiirtoon sekä eri sidosryhmien käsitteisiin liittyvät **rajapinnat** ovat olleet kasvava

ongelma. Erilaisia ohjelmointikieliä, käyttöjärjestelmiä ja arkkitehtuureja soveltavien tietokoneiden yhteensovittamista puuttuu. Järjestelmän konfiguraation joustava **muuttaminen**, redundanttisten laitteiden ja toimintojen hallinta on pääsääntöisesti vaikeaa. Eri tietokoneiden kellojen synkronointi on arkinen esimerkki yhteensopivuusongelmista.

5.2.1.3 Lyhyen tähtäimen tavoitteet

Hyödynnetään **JAVA-alustaa** kännyköissä tai esimerkiksi ajoneuvotietokoneissa. Sovellusohjelmiston lataaminen palvelimelta on mahdollista ja jonkin verran hyödynnettykin jo. Työmailla tiettyjä operatiivisia piirteitä jo toteutetaan, eli esimerkiksi ajoneuvo loggautuu tehtävään ja kuittaa ajotapahtumat, jotka tallennetaan tietokantaan.

Nk. **jälkimarkkinoiden hoito** on tunnetusti ICT:llä mahdollista, so. huolto, takuut, ylläpito. Huolto- ja selviytymisarkkitehtuuriin kuuluvat ohjelmistokomponentit voivat sijaita eri paikoissa laitekokonaisuutta (tuotantosolun oma työmuisti, soluohjaintietokone, etäkäyttäjän tietokone).

On määriteltävä hajautetun automaatiojärjestelmän ns. **middleware-kerroksen** (avoin) arkkitehtuuri ja tekniset vaatimukset. Löydettävä keinoja sulauttaa erikoisratkaisut **osaksi 'tavanomaista' automaatiojärjestelmää**. Järjestelmätuotteiden valmistajat käyttävät koeteltuja, yleisessä käytössä olevia tekniikoita, useiden valmistajien valmiita **kaupallisia komponentteja** ja alihankintaverkostoja. Avoin toteutusarkkitehtuuri, erityisesti **selainpohjaiset ratkaisut** (esim. web services), olisivat hyvin haluttuja teollisuudessa. **Algoritmisten ohjelmistokomponenttien** määrittely on vielä tekemättä. Kehitettävä järjestelmärunko soveltuu tuotekehityksen, huollon, urakoitsijan sekä käyttöönoton/seurannan sovellustarpeisiin. On voitava integroida vaakasuunnassa automaatiojärjestelmän eri osia ja pystysuunnassa toiminnallisen hierarkian eri tasoja yksittäisistä laitteista yrityksen johtoon.

Mitattavan suureen ja säätökohteen välinen riippuvuus on hyvin monimutkainen, joten järjestelmän täytyy olla **paikallisesti itsevirittyvä**, ja sen tulisi kyetä toimimaan **yllätävissäkin** tilanteissa. Kehittyvä tietotekniikka antaa mahdollisuuksia entistä kehittyneempien **poikkeustilanteiden hallinnan** piirteiden toteuttamiseen. Koottava suositeltavia ohjausjärjestelmien toiminnallisia arkkitehtuureja, yksittäisiä toteutustapoja sekä suunnittelumenetelmiä, joiden avulla poikkeustilanteiden hallinnan tarpeet voidaan tunnistaa ja toteuttaa johdonmukaisesti osana muuta automaatio suunnittelua. Järjestelmän oltava **skaalautuva**, eli se soveltuu sekä pienille yrityksille että myös suurien laitekantojen diagnostiikkaan.

Selvitetään **agenttitekniologian** soveltuvuus ja rajoitukset. Alkuvaiheessa realistisena lähestymistapana voisi olla, että agenttineuvottelua ja sen tulosta käytettäisiin operaattorin tukijärjestelmän tapaan. Fokus on informaation välityksessä sekä ohjaustoimintojen (automaattisessa) mukautuvuudessa erilaisissa muutos- ja vikatilanteissa. On saatava kehitetyksi ja kokeilluksi keskeiset toiminnallisuuksien **plug & play -ominaisuudet** sekä agenttipohjaisen neuvottelun ominaisuudet osaprosessien koordinoinnissa. On määriteltävä **komponenttipohjainen** automaatioarkkitehtuuri, jossa sovelletaan agenttitekniikan periaatteita toimintojen koordinoimiseksi ja mukauttamiseksi muuttuviin ja ennakoimattomiin tilanteisiin.

Liiketoimintamallilähtöinen kehitystyö on onnistumisessa avainasemassa.

Tavoitteita käytettävyydelle, joka on avainasemassa jaetuissa toiminnoissa:

- Toimenpiteiden, työohjauksen ja opastavan tiedon antaminen ohjauksena henkilökohtaisen päätöksenteon ja toiminnan pohjaksi automaattiseen järjestelmään prosessoidun tiedon asemesta tai rinnalla
- Käyttötilanteeseen sopiva ja monimuotoinen käyttöliittymä
- Tiedon esittäminen – relevanttien tietojen poimiminen
- Tietomassojen jalostaminen eli jalostusasteen nostaminen
- Tiedon nimeäminen käyttäjän kannalta
- Tiedon merkitys eri käyttötilanteessa ja tarpeissa

5.2.1.4 Tieteestä teolliseen käyttöön, menetelmähaasteet ratkaistu

Muutamia tunnistettuja teoreettisia haasteita ovat:

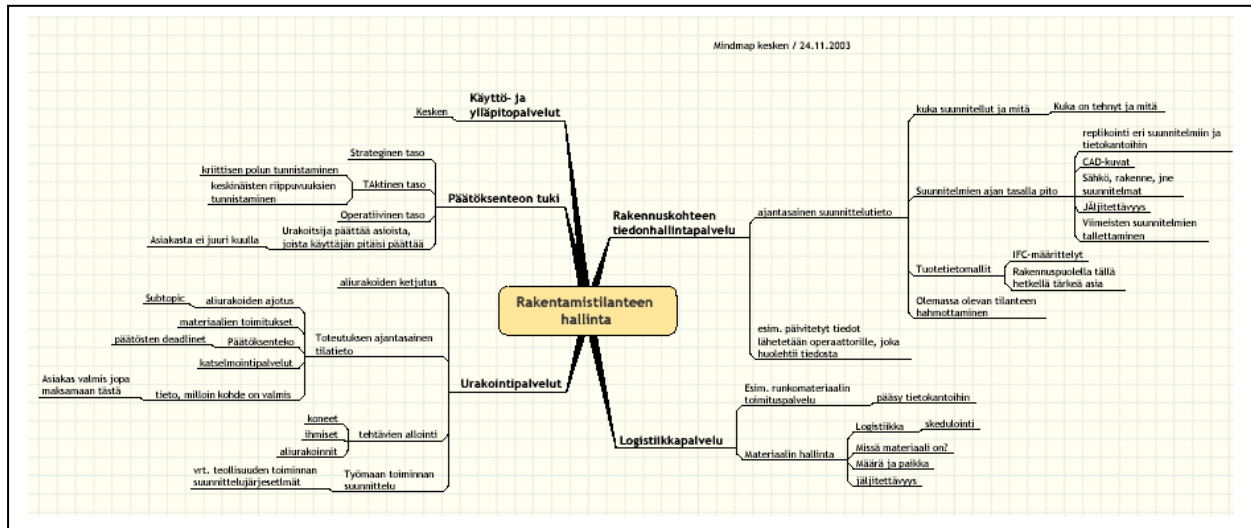
- yleiskäyttöinen kalibrointimenetelmä
- Hyödyntää laatumittauksia laajemmin (laatujärjestelmän osana, kunnossapidon tukena, tuki materiaalivalintoja tehtäessä, tuotteen tunnistus)
- Järjestelmien tulisi kyetä adaptoitumaan kulloiseenkin prosessiin ja suoriutua yllättävistäkin häiriötilanteista.
- Tuotantosolu kykenee itse selviämään suurimmasta osaa virhetilanteista.
- tutkimus älykkäiden agenttiarkkitehtuurien soveltamisesta yritysten verkostoitumiseen, toisaalta luoda arkkitehtuuriin perustuva prototyypin tuotteesta.

5.2.2 Uudesta konseptista

ISS-työryhmä lähti hahmottamaan esimerkkisovellusalueiden kautta, mitä asioita palveluliiketoiminnan kompleksisen ja monitasoisen harmaan välialueen tulee sisältää. Oheiset kuvat edustavat rakennustyömaan operatiivisen tilan hallinnan sekä tiettyömaan hallinnan aivan ylimpien tasojen käsitteekompositioita.

Vertaamalla näitä sovellusaluekohtaisia kuvauksia esimerkiksi varsin generiseen ISA-S95:n malleihin monenlaiseen geneerisempään esitysmuotoon näyttäisi olevan mahdollisuuksia. Ennen muuta näistä kuvista tulisi ottaa muutama suunnittelukierros eteenpäin, selkeästi palveluorientoituneeseen suuntaan. Kuviin otetut esimerkkialat ovat todellisuudessaakin jo pitkälle verkottuneita tilaaja-pääurakoitsija-aliurakoitsija-ketjuja, eli palveluvetoisia liiketoimintamuotoja ehkä on jo vakiintunut, vaikkakin esimerkiksi tietotekniikan hyödyntäminen olisikin vielä alkutekijöissään.

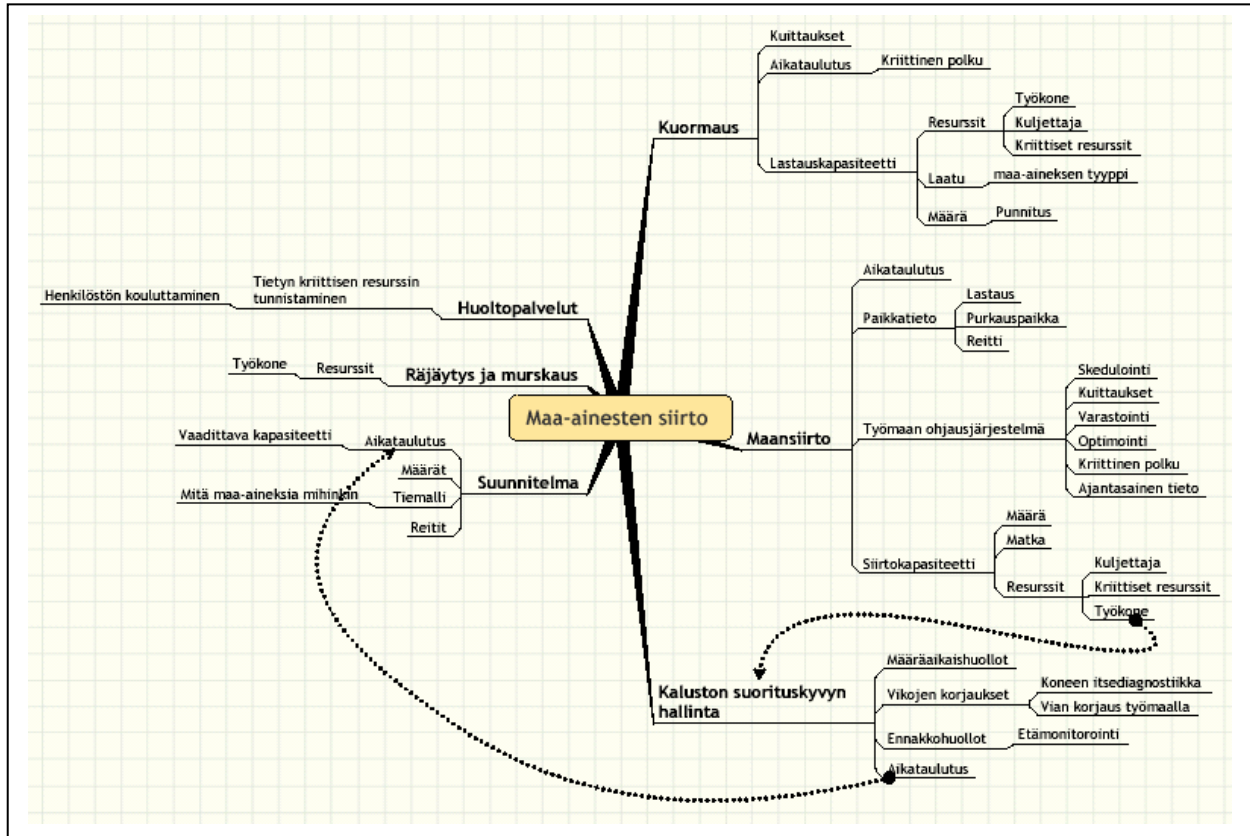
Etenemissuunnat roadmap-jatkotyölle ovat kuitenkin näistäkin lähtökohdista jo selvät: toimialoittain ja liiketoimintakonsepteittain jäsennetään toimintoja palvelupainotteiseen suuntaan. Näistä saadaan aineksia palveluliiketoiminnan generisiin arkkitehtuureihin, jotka sitten toteutusteknisesti ehkä voivat tukeutua TINAn tai RosettaNetin kaltaisiin, tietoteknisiin palveluarkkitehtuureihin.



Kuva 5.7. Rakentamistilanteen operatiivinen hallinta – palveluperspektiivi (1. yritys).

Siirtyminen palvelukeskeiseen liiketoimintaan operatiivisen tilan hallinnan tasolla tulee teknologisten ja tieteellistenkin haasteiden takia kestävämmän vuosia. Onnistuminen edellyttää myös, että ns. perusasiat ovat eri osapuolilla kunnossa, millä tarkoitetaan tässä sitä, että organisaatiokohtaisesti liiketoimintaprosessit ja niitä tukevat tietojärjestelmät (*on site*) ovat hyvässä kunnossa. Tämä ei ole itsestäänselvyys kaikissa organisaatioissa

tällä hetkellä, ja tämä tulee olemaan suuri haaste sinänsä tulevaisuudessa ja erityisesti pk-yrityksille. Yritysten tehokas verkottuminen on tässäkin mielessä avainasemassa. Siirtymisen uuteen paradigmaan tulee tapahtua suoraan palveluliiketoiminta mielessä.



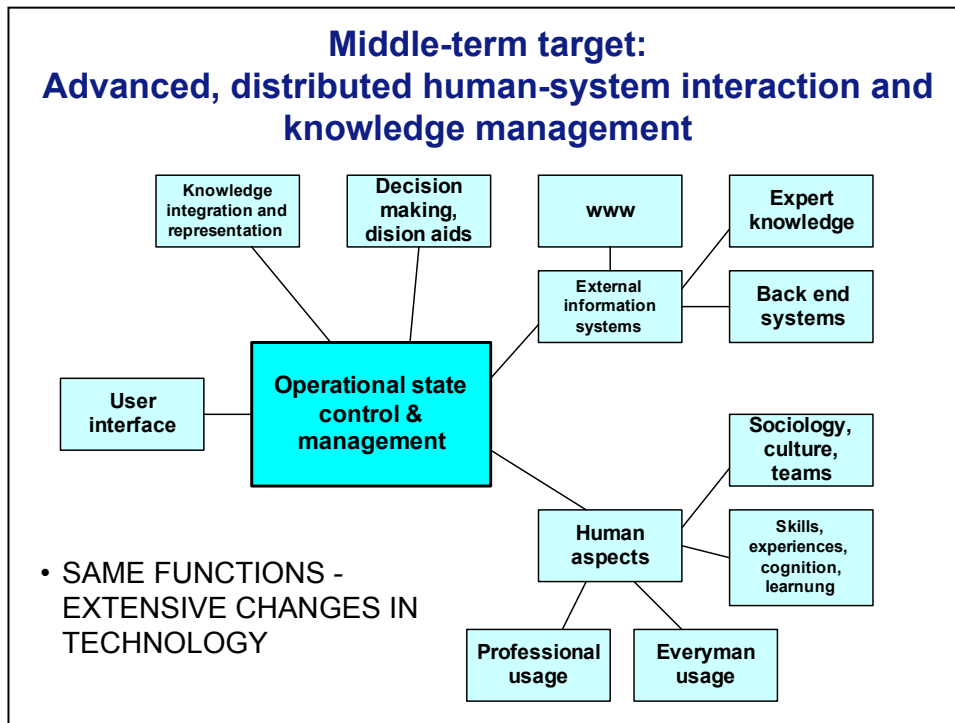
Kuva 5.8. Tietyömaan operatiivinen hallinta – palveluperspektiivi (1. yritys).

5.3 Muut oleelliset kehityssuunnat

5.3.1 Human-System Interaction & Knowledge Management

Palveluliiketoiminnallakin hallittavissa kokonaisuuksissa on aina kyse tiiviistä kolmiyhteydestä 1) hallittavan kohteen (prosessi, kone, työmaa ...), 2) hallintajärjestelmien ml. automaation ja 3) ihmisen tai käyttöhenkilöstön kesken. Kuvaan 5.9 on poimittu kuvasta 5.1 ihmisen ja muun järjestelmäkokonaisuuden vuorovaikutusta kuvaavat osat. Automaatioastetta määritettäessä tietyt hallintatoiminnot tai niiden osat allokoitetaan toimivaksi automaattisesti, ja loput jäävät operaattoreiden ja muun henkilöstön hallittavaksi. Mikäli hallittavan kohteen tiedetään käyttäytyvän hyvin odotetulla tavalla, automaatioaste voidaan nostaa hyvin korkealle, eikä ihmisen rooliksi jää kovin paljon tehtävää, ei paikallisesti eikä etätoimintana. Ääritilanteissa voidaan puhua miehittämättömistä tehtaista, ja tätä suuntausta on toisinaan pidetty työllisyyden uhkakuvana.

Autonomiset tehtaat, autonomiset koneet ym. eivät kuitenkaan ole oleellisia tulevaisuudenkuvissa. Trendi on olemassa, mutta vielä voimakkaammin vaikuttavat muut seikat: tuotteet ja kohteet muuttuvat yhä tiheämmin, kaikkea ihmisen taitoa ja kokemusta ei ole järkevää yrittää koodata monimutkaiseksi hallintajärjestelmäksi, tarpeeton automaatioasteen nostaminen useimmiten lisää ihmisen rasittuneisuutta. Teollisuudessa tulee toki olemaan tehtäviä, jotka nk. täysin automatisoidaan, mutta muuten tiedon ja asiantunteumuksen tarve on pikemminkin kasvamassa.



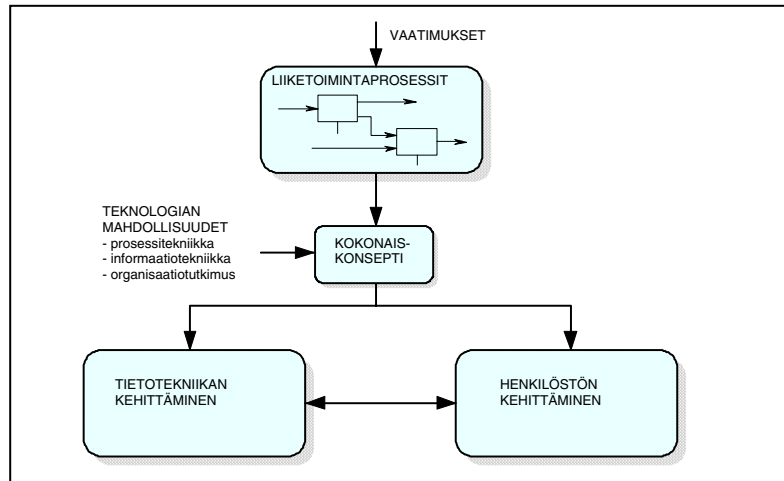
Kuva 5.9. Ihmisen roolit operatiivisen tilan hallinnassa.

Perinteisessä paradigmassa ihminen on hallittavan kohteen välittömässä läheisyydessä. Ajatellaan, että siellä missä kohteeseen automaation tai ihmisen toimenpitein vaikutetaan, fyysinen läsnäolo on välttämätöntä. Tämä on varmasti osa tulevaisuutta myös. Monesta syystä kuitenkin toimintoja tulee lisää ja niistä tulee yhä vaativampia, joten on tarkoituksenmukaista ja taloudellista hajauttaa niitä, eli kyse on keskeisistä teollisuuden palveluliiketoiminnan näkökohdista. ISS-työryhmä ei juuri aiheeseen paneutunut, olihan samaan aikaan valmistumassa aiheesta oma tiekarttaselvitys [HTIROADMAP]. Asian tärkeys on mitä ilmeisin. Vielä on todettava, että ihmisen roolin parempi huomioonottaminen on suurien haasteiden edessä tavanomaisissakin hallintatilanteissa, ilman hajauttamisen tuomia lisävaateita. Tietoliikennetekniikan kehittyminen toisaalta lähes sellaisenaan hälvennänee monia tänä päivänä nähtyjä eroja lokaalien ja etätoimintojen välillä.

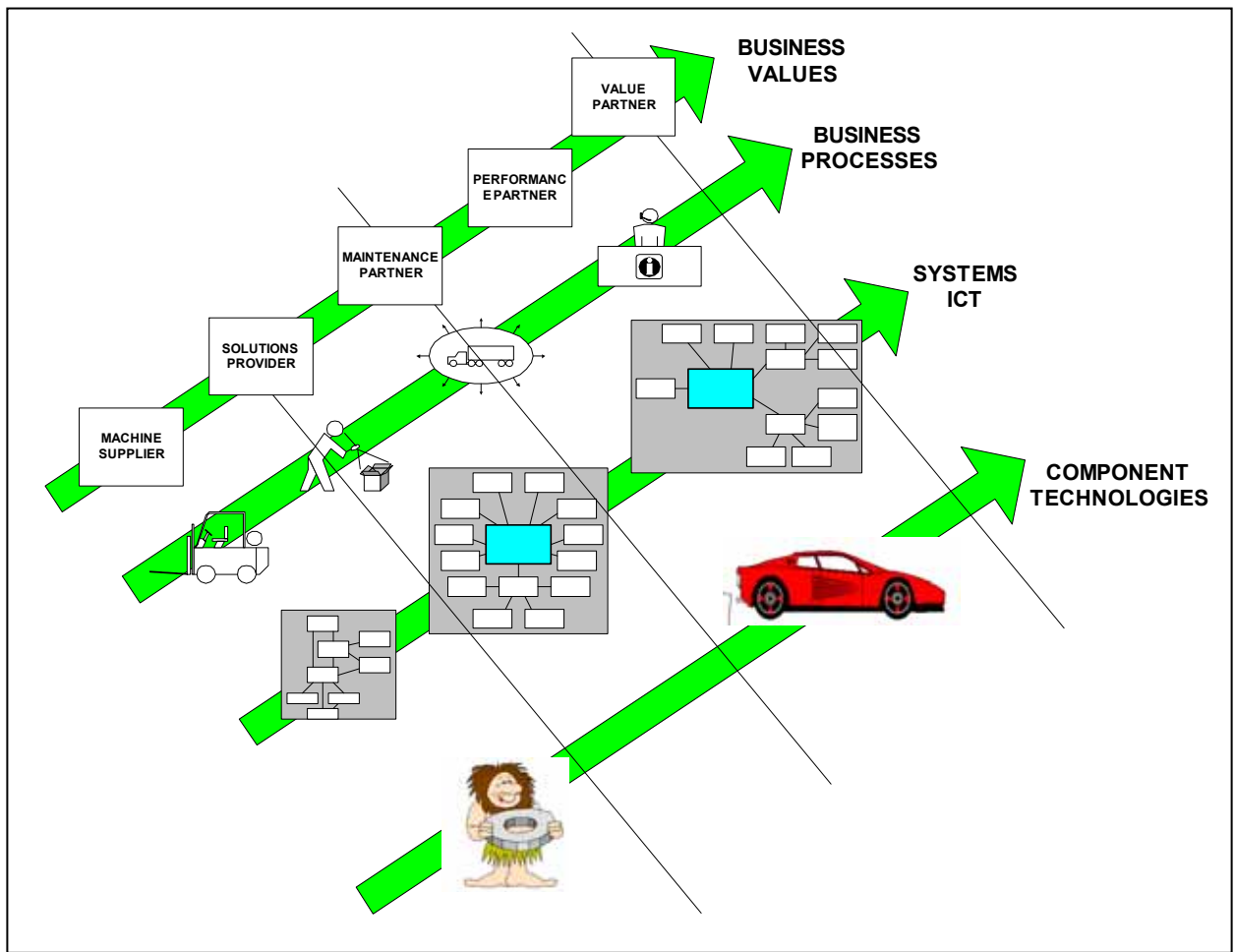
5.3.2 Tekniikka ja liiketoiminta kehittymään tasapainoisesti

Palveluliiketoiminnan kehittyminen teollisuudessa riippuu **monen osa-alueen samanaikaisesta kehittämisestä**. Ensinnäkin teknologioiden tulee olla kohtuullisen valmiita lokaalisti, niin asiakaspäässä kuin palveluyrityspäässä – ainakin suhteessa tavoiteltavaan palveluliiketoiminnan tasoon nähden (vrt. ensimmäinen aalto, toinen aalto jne.). Esimerkiksi työkoneiden tulee olla riittävästi anturoituja että koneenosien kuntoa voidaan etämonitoroida. Operatiivisen tilan hajautettu hallinta edellyttää monien monimutkaistenkin järjestelmien vakiintunutta tasoa ainakin ”off-line”. Toiseksi on oltava teknisesti toimivia tapoja kytkeä kustannustehokkaasti, tarkoituksenmukaisesti jne. näitä nk. komponenttijärjestelmiä tai -laitteita. Kolmanneksi palveluliiketoiminnan eri tasoilla on oltava liiketoiminnallisesti mielekkäitä, ts. on sopivia palvelu-, välittäjä-, integraattori- ym. -yrityksiä, on sovittu monenlaisista liiketoiminnallisista pelisäännöistä, ja on osoitettavissa, että uusi liiketoimintatapa on eri osapuolille hyödyllinen.

Tämä selvitys on korostetusti tuottanut teknologiatiekarttaa, mikä on lopulta muokattu etenemään aaltoina tai laajuuksittain – tämän päivän lähtötilanteesta tulevaisuuteen. Samalla tavalla on realistista ajatella, että liiketoiminnat tulevat kehittymään asteittain. Jatkossa on siis oleellista huomata, että business ja technology roadmapejä on kehitettävä rinnakkain, kuin yhtä roadmapiä.



Kuva 5.10. Liiketoimintaprosessit ovat lähtökohta sekä tietotekniikan että organisaation ja toimintatapojen kehittämiseksi. [YDININFO]



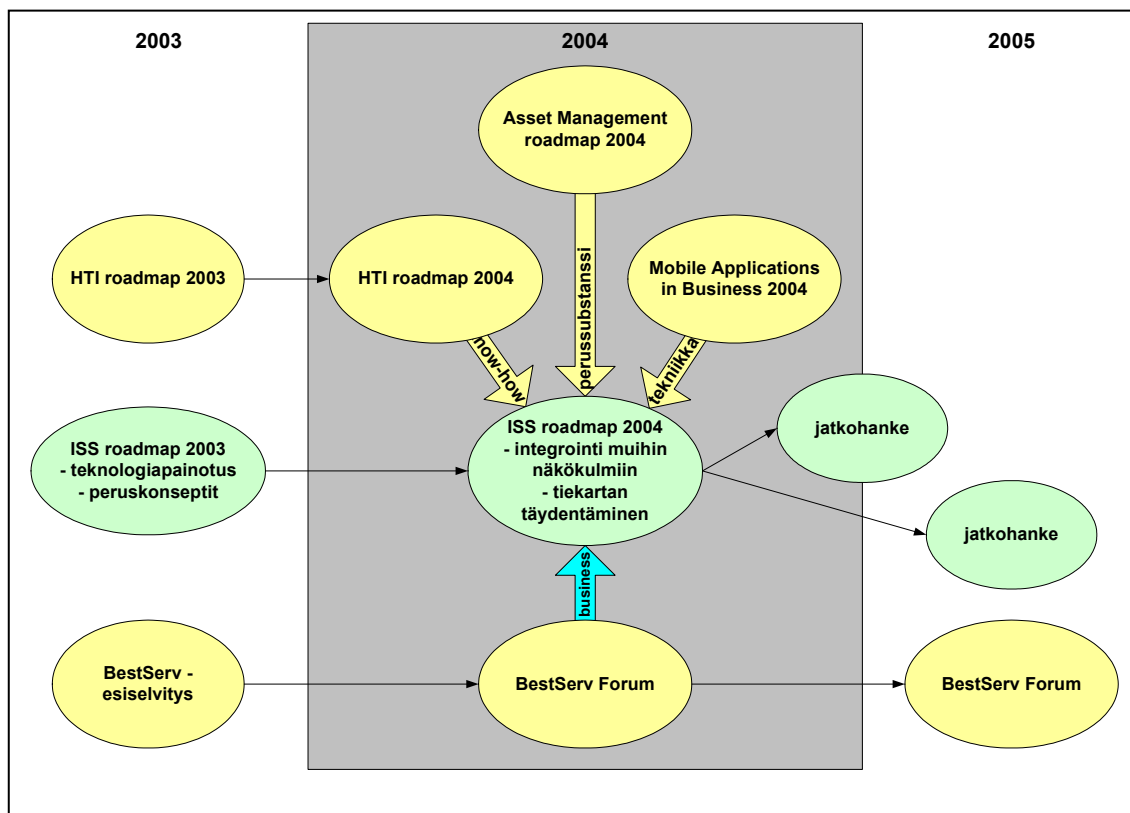
Kuva 5.11. Tasatahtiin etenevät liiketoimintakonseptit ja teknologiat.

6. ISS Key Technology Actionin jatkonäkymät

6.1 Yleistä

Palveluliiketoiminta on erittäin laaja alue. ISS-työryhmä saattoi siten aika pragmaattisestikin edeten saattaa aiheen VTT:llä hyvän hallinnan alkuun. Palveluliiketoiminnan, tai tuotteisiin yms. liittyvien palveluiden, kehittämisessä ei tarvinnut lähteä puhtaalta pöydältä – paljon projekteja saatiin kartoitettua yksin VTT:ltä, ja projekteista monet hyvinkin suoraan olivat edistämässä palveluliiketoimintaa. ISS-projekti on ollut myös hyvässä projektiseurassa, kuten julkaisun aikaisemmissa osissa on kuvattu.

Palvelu teollisuudessa -aihe ei yhdellä työkokoussarjalla ja rajallisella, arvioiden kuitenkin edustavalla oheistyöllä, ehtinyt vielä valmiiksi. Keskeisiä suuntaviivoja tiekartta kuitenkin jo sisältää. Yksi keskeinen jatkotehtävä on täydentää ja yksityiskohtaistaa vielä yleisellä tasolla olevaa, aalloittain tai vaiheittain etenevää tiekarttaa. Tämän luvun seuraavissa alakohdissa kuvatut muut VTT:n strategiset toimenpiteet ovat edelleen välttämättömiä, paremman kokonaiskuvan hahmottamiseksi. ISS-pohjatyökin on edesauttamassa sitä, että jatkohankkeet mitä todennäköisimmin voidaan toteuttaa yhdessä suomalaisen teollisuuden kanssa. Hankkeilla tulee olemaan myös VTT:n voimavaroja laajempi rahoitus pohja.



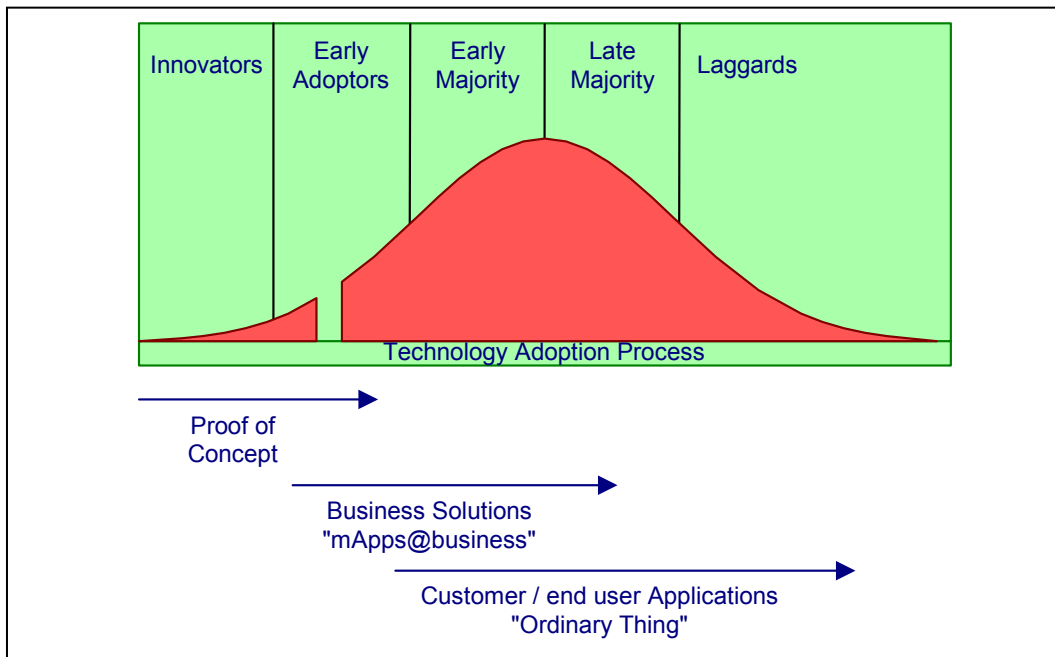
Kuva 6.1. VTT:n aktiviteetit teollisuuden palveluliiketoiminnan kehittämiseksi.

6.2 ISS-roadmapin jatkuminen osana BestServ-foorumia

BestServ-foorumi on perustettu jatkamaan Teknologiateollisuuden (entinen MET) ja VTT:n aloittamaa teollisuuden palveluliiketoiminnan yhteistä, kansallista toimenpideohjelmaa. Foorumista käytetään nimeä Industrial Service Business Forum ja lyhennettä BestServ. Toiminnan ensimmäinen konkreettinen toimenpide on ollut BestServ-kartoitusprojekti, jonka loppuraportti, BestServ feasibility Study – Final Report, Petri Kalliokoski, Göran Andersson, Vesa Salminen, Jukka Hemilä, 2003, on niin ikään valmistunut. Projektin johtoryhmä on jatkanut nk. teollisuusfoorumina, joka syksyn 2003 aikana on vähitellen saanut uutta hahmoa. Toisena konkreettisena tuloksena voidaan pitää foorumille luonnostellut tavoitteet ja toimintatavat vuosille 2004–2005, sekä tämän julkaisun viimeistelyn aikana viimeisteltävä projektisuunnitelma niin ikään vuosille 2004–2005, sisältäen ainakin seuraavat kaksi osateemaa: liiketoimintamuotojen kehittäminen sekä teollisuuden liiketoimintapalveluiden roadmapin edelleen kehittäminen, pohjana sekä BestServ-selvitykset että VTT:n ISS Roadmap, jollaiseksi se tämän julkaisun myötä valmistuu.

6.3 Mobile Applications in Business -selvitys vuonna 2004 (VTT Key Technology Action)

Mobiilisovellukset ja -palvelut voidaan luokitella kolmeen pääluokkaan käytön tarkoituksen ja teknologian kypsyyden mukaan: 1) Proof-of-concept-sovellukset, 2) Liiketoimintaa tukevat sovellukset ja 3) loppukäyttäjäsovellukset. Alla olevassa kuvassa on sovellusten välistä suhdetta selvennetty ja kytketty kehittämisen painopisteet teknologian kehitysvaiheisiin.



Kuva 6.2. Sovellustyyppien luokittelu teknologian ja markkinoiden kypsyyden mukaan.

Mobiilisovellusten osalta proof-of-concept-vaihe on jo suurelta osin ohitettu. Toki edelleen esitetään uusia tapoja suorittaa tiedonkäsittelyä ja viestintää mobiilipalvelujen ja -sovellusten avulla. Alalla on kuitenkin voimakkaita standardointiaktiviteetteja, ja sovellusten tuottamisen kannalta keskeiset mahdollistavat komponentit ovat jo kaupallisessa käytössä.

Kuluttajien ja loppukäyttäjien mobiilisovelluksilla ja -palveluilla (esim. logot & soittoäänet, ladattavat pelit ja tulevaisuudessa mahdollisesti erilaiset sähköiset asiointipalvelut) on ja tulee olemaan oma paikkansa kehittyvässä informaatio- ja tietoliikennekentässä. Nämä sovellukset kehittyvät sitä mukaa, kun kuluttajilla olevat päätelaitteet uusiutuvat, mahdollistaen uusien toiminnallisuuksien toteuttamisen. Loppukäyttäjäsovelluksissa oleellisen tärkeä tekijä on toimivan ja riittävän kypsän tekniikan lisäksi sovellusten käyttökulttuurin ja toimivien liiketoimintamallien kehittyminen.

Mobiilitekniikoiden hyödyntäminen liiketoimintasovelluksissa ja -ratkaisuisissa näyttää hyvin potentiaaliselta ja tärkeältä alueelta. Tässä pääluokassa oleellista on käyttää hyväksi mobiliteetin keskeisiä ominaisuuksia, kuten ajasta ja paikasta riippumattomuutta (tai vaihtoehtoisesti nimenomaan tätä riippuvuutta, ts. tilannetietoisuus). Toisaalta liiketoimintamallit tai riittävän uuden päätelaitteekannan hankinta eivät ole yhtä suuri ongelma kuin kuluttajasovelluksissa. Yksi esimerkki tällaisesta sovelluksesta on tässäkin julkaisussa mainittu tietyömaan ohjaustiedon hallinta langattoman tekniikan avulla.

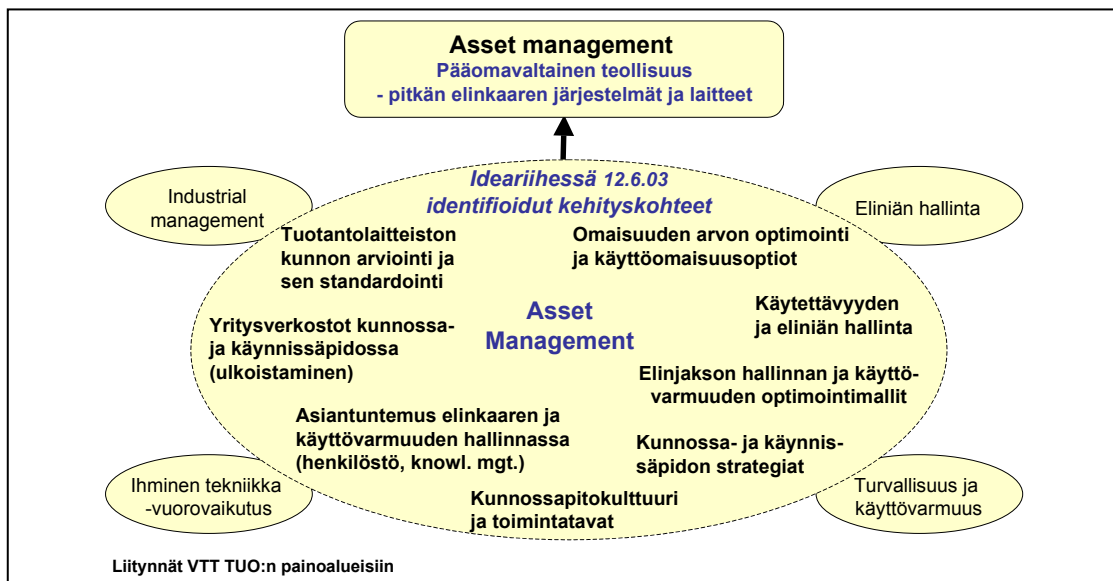
Keskeiset tavoitteet mobiilitekniikan hyödyntämisessä liiketoimintasovelluksissa ja -ratkaisuisissa on tehostaa toimintaa, kehittää uusia toimintatapoja, parantaa tehokkuutta ja kannattavuutta.

Vuoden 2004 aikana VTT:llä tehtävä selvitys "Mobile Applications in Business" tulee kartoittamaan mobiilien liiketoimintasovellusten ja -ratkaisujen haasteita ja mahdollisuuksia suomalaisessa teollisuudessa ja liike-elämässä. Tutkimus sisältää kirjallisuusselvityksen, yrityshaastattelut, tulosten analysoinnin, raportoinnin ja tiedottamisen. Selvityksellä on vahva kytkentä ISS-alueeseen ja muihin käynnissä oleviin aktiviteetteihin VTT:llä ja muissa organisaatioissa (Tekes, Mobile Forum (Oulu), eTampere jne.).

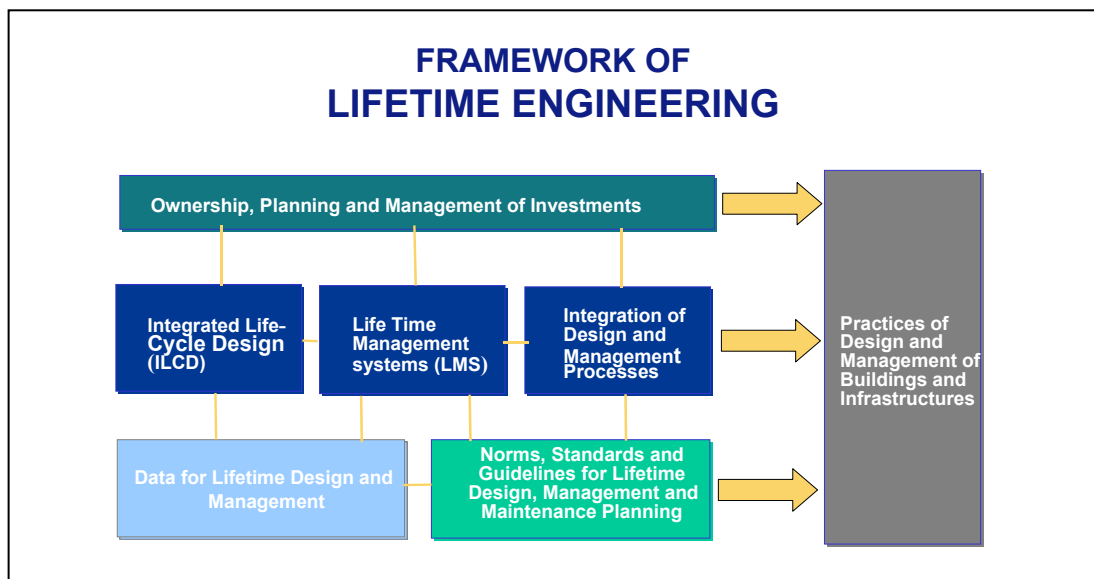
6.4 Pääomavaltaisen teollisuuden käyttöomaisuuden hallinnan menetelmät (VTT Key Technology Action)

Key Technology Action -hankkeessa luodaan perusta yksiköiden ja eri tutkimusalueiden väliselle yhteistyölle. Perustan työlle muodostavat TUOssa pidetyn asiakastilaisuuden tulokset ja asset management -suunnitelmat, RTE:n suunnitelmat teollisuuden kiinteistöjen ja infrastruktuurien eliniän hallinnan alueella (Lifetime Engineering) sekä PROn suunnitelmat sähköjakeluverkkojen ylläpidon ja kehittämisen alueella. Tavoitteena on vuoden 2004 aikana luoda yhteinen "roadmap" tutkimuspanosten suuntaamiseksi ja valmistella laaja projektihanke aihealueella.

- Luodaan **roadmap**, joka tukee, suuntaa ja raamittaa VTT:n tutkimustoimintaa käyttöomaisuuden hallinnan alueella.
- Luodaan **yhteistyörakenteet** yksiköiden ja eri tutkimusalueiden väliselle yhteistyölle, jotka yhdessä roadmapin kanssa luovat tukevan perustan alueen tutkimustoiminnalle.
- Luodaan **yhteydet** tärkeimpiin kansallisiin yhteistyökumppaneihin teollisuudessa, tutkimusorganisaatioissa ja konsultoinnissa.



Kuva 6.3.



Kuva 6.4.

6.5 Muu palveluliiketoiminta

Muutamit oleelliset palvelualat ovat vuoden 2003 aikana jääneet käsittelemättä – jo yksinään resurssien puutteen vuoksi. Tällaisia ovat esimerkiksi terveydenhoitopalvelut, koulutuspalvelut, asiantuntijapalvelut, nk. matalapalkka-alat eli siivous-, parturi- yms. -alat, hotelitoiminta. Kaikki tekniikankaan alat eivät olleet ISS-työryhmässä edustettuina. Nämä kaikki toisivat mukanaan toisaalta uutta alakohtaisuuskirjoa, toisaalta samantapaiset teknologian kehitysaskleet ovat näilläkin aloilla näköpiirissä, samoin liiketoimintakonseptit ehkä kehittyvät samalla tavalla. Näiltä aloilta on ISS-projektin aikana ollut muutamia yhteydenottoja, ja on mahdollista, että vuonna 2004 käynnistetään uusia selvitys- tai muita hankkeita.

Lähdeluettelo

- [MET03] Tulevaisuuden voittajat – Liiketoiminnan ja teknologian linjaus, Teknologiateollisuus 2003.
- [BESTSERV03] BestServ feasibility Study – Final Report, Petri Kalliokoski, Göran Andersson, Vesa Salminen, Jukka Hemilä, 2003.
- [AP03] Olli Ventä, Teknologiaohjelman roadmap-prosessilla automaation suomalainen tulevaisuudenkuva, Automaatio 03 Seminaari-päivät, 9–11.9.2003, Suomen Automaatiosera 2003, s. 317–322.
- [IMTI21] Integrated Manufacturing Technology Initiative, web-sivut. Alkaen osoitteesta <http://www.IMTI21.org>.
- [SANDIA] Sandia National Laboratoriesin web-sivut. Alkaen osoitteesta <http://www.sandia.gov/Roadmap/home>.
- [CANADA] Industry Canadan web-sivut. Alkaen osoitteesta <http://strategis.ic.gc.ca/trm>.
- [CAMBRIDGE] Dilek Çetindamar, Clare Farrukh, Technology Foresight & Strategic Planning: Future Technologies, Istanbul, Turkey, 26th May 2001.
- [MET01] Mika Naumanen, Roadmap – Kartta menestykseen, MET-julkaisu nro 23/2001.
- [GORDIJN] Designing and Evaluating E-Business Models, Jaap Gordijn and Hans Akkermans, IEEE Intelligent Systems, July/August 2001, s. 11–17.
- [YDININFO] Ydinvoimaloiden uudet tietojärjestelmät – Sovellusalueen analyysistä käyttäjän vaatimukseen, Teemu Tommila, Stefan Jakobsson, Olli Ventä, Björn Wahlström (VTT Automaatio), Antoni Wolski (VTT Tietotekniikka), VTT Tiedotteita 2031. VTT, Espoo 2000. 152 s. + liitt. 22 s..
- [ROSETTANET] RosettaNet Background Information (29.05.2001). www.rosettanet.org
- [ANILINKER] Suomi on RosettaNetin edelläkävijä Euroopassa, lehdistötiedote (3.6.2002). Anilinker Oy ja Iocore Suomi Oy.
- [TINA] Overall Concepts and Principles of TINA, Version: 1.0, Date of Issue: 17th Feb. 1995, Publicly Released, A TINA-C Deliverable, the document has been produced by the Telecommunications Information Networking Architecture Consortium (TINA-C) and the copyright belongs to members of TINA-C. Yleisesti TINA:sta, ks. <http://www.tinac.com/specifications/specifications.htm>.
- [ISA-95-01] ANSI/ISA-95.00.01-2000: Enterprise-Control System Integration Part 1: Models and Terminology.

- [ISA-95-02] ANSI/ISA-95.00.02-2001: Enterprise-Control System Integration Part 2: Object Model Attributes.
- [ISA-88-01] ANSI/ISA-88.01-1995: Batch Control Part 1: Models and Terminology.
- [ISA-88-02] ANSI/ISA-88.00.02-2001: Batch Control Part 2: Data Structures and Guidelines for Languages.
- [MIMOSA] MIMOSA - Machinery Information Open System Alliance, alkaen osoitteesta <http://www.mimosa.org/>.
- [TIROADMAP] Communication Technologies – The VTT Roadmaps, Markku Sipilä (ed.), VTT Research Notes 2146, Espoo 2002.
- [HTIROADMAP] Human-Technology Interaction – Research and Design – VTT Roadmap, Leena Norros, Eija Kaasinen, Johan Plomp & Pirkko Rämä, VTT Research Notes 2220, VTT, Espoo 2003. 118 s. + liitt. 11 s.

Liite A: Projektiaineiston tuottama roadmap-analyysi

- Projektimateriaalista saadut tulokset (palvelu teollisuudessa, mobiilit palvelut)

1. Palvelu teollisuudessa

1.1. NYKYTILA

TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Vahvuuksia

- vahva kansallinen klusteri olemassa
- **teknistä osaamista** on paljon, hyviä **yrityksiä** on olemassa
- Eri teknologiaosaset ovat useimmiten kunnossa; esimerkiksi operatiiviset järjestelmät, järjestelmäintegraatio sidosryhmiin, tuotannonhallinta, tuotetieto

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

- Tuotteisiin on jo upotettu/lisätty teknologiaa tai älykkyyttä, mutta saatavasta datasta **ei synny kassavirtaa**.
- Olemassa olevaa **teknologiaa ei hyödynnetä** palveluliiketoimintaa kehitettäessä.
- ICT palveluliiketoiminnassa koetaan usein vain tuotteisiin "upotettaviksi" ominaisuuksiksi: tuoteominaisuuksia parannetaan erilaisin monitoroinnein, toisaalta kerätään dataa huoltoja ja korjauksia varten. Yleisesti ottaen ICT kehitetään tuotteisiin jälkimarkkinoita (ylläpito, huolto, takuu ja korjaukset) varten, vaikka ICT:n hyödyntäminen pitää toteuttaa **koko tuotteen / palvelun elinkaaren ajan**.
- Operatiiviset järjestelmät ja niiden hyödyntäminen palveluliiketoiminnassa tutkimatta.
- **Liiketoimintamallien puute**: miten palveluliiketoiminnasta saadaan tehtyä rahaa? Millainen olisi toimiva arvomalli? Miten palveluntarjoaja ottaa vastuun arvoketjusta? Ansaintalogiikka ei ole vielä selkeä.
- Prosessiajattelu ja liiketoiminnan kehittäminen ei ole selkiytynyt yrityksissä: puuttuvat usein sekä **Business Roadmap** että **Technology Roadmap**: Liiketoiminnan kehittäminen lähtee markkinoiden muutoksesta ja trendeistä, jolloin asiakkaalle tarjotaan uudenlaisia tuote- ja palvelupaketteja. Technology Roadmap taas saa vaikutteita liiketoiminnan kehittämisestä: mitä teknologiaa, minne ja miten?
- Liiketoiminnan kehittämisen referenssimallista liiketoiminnan vaatimusmäärittelyyn, ja sitä kautta ICT:n vaatimusmäärittely; pitkä tie kulkematta.
- **Kiristyvät** asiakasvaatimukset, kallistuvat raaka-aineet, työvoima- ja investointikustannukset edellyttävät yhä tehokkaampaa ja pitemmälle automatisoitua prosessia.

- Suunnittelu normaalitilanteiden varalle hallitaan hyvin, mutta **poikkeustilanteiden hallinnan** suunnittelukäytännöt ja -työkalut eivät ole vakiintuneet, ja lopputulos riippuu paljon suunnittelijan kokemuksesta ja ammattitaidosta.
- Koska häiriötilannedataa on tyypillisesti niukalti olemassa, normaalin tilan mallit kiinnostuksen kohteena ja poikkeamien tunnistus residuaaleja monitoroimalla.
- **Tapaustutkimuksiin** liittyy tyypillisesti mittausdatan esikäsittelyä, analysointia ja mallinnusta, mahdollisesti tietokantasuunnittelua ja tosiaikaisten monitorointisovellusten kehittämistä, mahdollisesti myös vikatilanteiden syiden diagnostisointia tai syntyvien vikojen prognostisointia.
- käyttäjien reaktiot uuden teknologian suhteen.
- Palveluliiketoiminnan **termistö** on saatava kuntoon, jotta eri alojen kehittäjien vuoropuhelu tehostuisi.

TIEDONSIIRTO, STATE-OF-ART

Vahvuuksia

- **Tiedonsiirtoteknologioita** olemassa, erilaiset **langattomat** tiedonsiirtotekniikat olemassa, langattomien verkkojen osaaminen olemassa, tiedon siirron luotettavuus olemassa, **reaaliaikainen tiedonsiirto** tunnetaan.
- tiedonsiirron **kapasiteetti** olemassa, GPRS-verkon siirtokatkokset ja niistä toipuminen
- langaton tiedonsiirron **soveltaminen** liikkuvissa koneissa olemassa
- langattomien teknologioiden **toimivuus teollisuusympäristössä** tunnetaan
- **tiedonsiirtonopeuksien** tuomat **rajoitukset** tunnetaan, ainakin tietyissä tapauksissa.
- päätelaitteissa runsaasti **hyödyntämättömiä ominaisuuksia**

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

- Tiedonsiirron viiveet ja virheet, tietoturvakysymykset, turvallisuus-, käytettävyy- ja reaaliaikaominaisuudet epäselviä
- **Standardointi** on painottunut tiedonsiirron alemmille tasoille.

JÄRJESTELMÄ, ARKKITEHTUURI, HAJAUTUS, STATE-OF-ART

Vahvuuksia

- diagnostiikkaa tukeva, soveltuva **anturointi**; **diagnostisoitavuus** tunnetaan
- Laboratoriomittaukset siirtyvät yhä enenevässä määrin **on-line -mittauksiksi**.
- etädiagnostiikkaa tukevat **HW- ja SW -ratkaisut** tunnetaan
- Laitteiden **avoimuus** olemassa.
- palvelimella sijaitseva **off-line tukijärjestelmä** olemassa
- **minipalvelinarkkitehtuuri**, vastaava osaaminen tunnetaan
- **hajauttaminen** ja verkon hyödyntäminen tunnetaan

- **hajautusarkkitehtuuri**; rajapinnat alustaan ja sovelluksiin tunnetaan. Automaation hajautusasioita on käsitelty laajasti useissa avoimiin ohjausjärjestelmäarkkitehtuurihin liittyvissä standardointi- ja kehityshankkeissa.
- komponenttipohjaisen, hajautetun ohjausjärjestelmän yleisperiaatteet tunnettuja

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

- Laajoja sovelluksia ei ole teknisesti järkevää toteuttaa **keskitetyillä ratkaisuilla**.
- kehitettävä **tietojärjestelmiä**
- Eri järjestelmien **yhteensovittamisessa** paljon haasteita jäljellä. Laitteistoon, ohjelmistoon, tiedonsiirtoon sekä eri sidosryhmien käsitteisiin liittyvät rajapinnat ovat olleet kasvava ongelma.
- kehitettävä **instrumentointia ja säätöjärjestelmiä**
- **Sovellustason käsitteelliset mallit** puuttuvat edelleen eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta.
- Erilaisia ohjelmointikieliä, käyttöjärjestelmiä ja arkkitehtuureja soveltavien tietokoneiden yhteensovittamista puuttuu.
- Järjestelmän konfiguraation **joustava muuttaminen, redundanttisten laitteiden ja toimintojen hallinta**
- Palveluliiketoimintaa kehittävän yrityksen liiketoiminta- ja teknologiaroadmapien referenssimallit puuttuvat, teknologia-arkkitehtuurin määrittäminen

MENETELMÄT, STATE-OF-ART

Vahvuuksia

- **monitorointi, vikadiagnostiikka, päättelymenetelmät** tunnetaan
- **visualisointi**, eri toimintotasojen graafinen esittäminen ja suorituskyvyn laskenta olemassa
- langattoman **kalibroinnin** vaatimukset/menetelmät tunnetaan
- reaaliaikainen **ohjaustekniikka** olemassa
- **käyttöliittymät** olemassa
- Tuotantosolun on-line-ohjelmointi tunnetaan
- **ohjelmistoagenttien** osaaminen olemassa; kehitetty oma agenttialusta olemassa
- tutkittu ja demonstroitu agenttien ja agenttineuvottelun käyttöä mm. vikatilanteiden hallinnassa siten, että toimintakyvyltään heikentyneestä osajärjestelmästä vastaava agentti saa neuvottelumekanismin kautta apua naapuriagenteilta ja niiden vastuulla olevilta osajärjestelmiltä.

Heikkouksia, rajoituksia, kehitettävää

- eri tietokoneiden **kellojen synkronointi** epäselvää
- ohjaustiedon ajantasaisuus puutteellista
- **ohjaussovelluksen toimivuus hajautetussa ympäristössä** varmistamatta ja usein myös kehittämättä.

1.2. LYHYEN TÄHTÄIMEN TAVOITTEET

TIEDONSIIRTOTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN

- Soveltaa **langatonta tiedonsiirtoa** antureissa. Langattomuuden soveltuvuus yleisesti.
- **Etäkäyttö, etämonitorointi** on mahdollista. Prototyyppiohjelmisto etävalvontaan ja monitorointiin.
- käytännön tarpeet langattomassa **kalibroinnissa** opitaan
- Hyödynnetään **JAVA-kännyköitä** tai **ajoneuvotietokoneita**
- **web-pohjaiset** ratkaisut, etädiagnostiikkapalvelut Mobile Web Services -konseptillä
- **sovellusohjelmiston lataaminen palvelimelta**
- ajoneuvo loggautuu tehtävään, kuitaa ajotapahtumat, jotka tallennetaan tietokantaan
- **jälkemarkkinoiden** hoito ICT:llä mahdollista, so. huolto, takuut, ylläpito

JÄRJESTELMÄ / LÄHELLÄ PROSESSIA

- **on-line-mittausten yhdistäminen** älykkäillä menetelmillä
- vikadiagnostiikkapalveluita tukevan **alustan** suunnittelu ja toteutus
- Huolto- ja selviytymisarkkitehtuuriin kuuluvat **ohjelmistokomponentit sijaitsevat eri paikoissa** laitekokonaisuutta (tuotantosolun oma työmuisti, soluohjaintietokone, etäkäyttäjän tietokone)
- Yhteinen robotin kovan päällä ja solutietokoneen päällä toimiva ohjelmisto jonka komponentit kommunikoivat keskenään
- hierarkkisen **suorituskykyanalyysin** menetelmät laajojen prosessien hallintaan
- liikkuvan kaluston **diagnostiikan referenssidokumentation** tekeminen tai täydentäminen
- **Mitattavan suureen ja säätökohteen välinen riippuvuus** on hyvin monimutkainen, joten järjestelmän täytyy olla itsevirittyvä: sen tulisi kyetä toimimaan yllättävissäkin tilanteissa.

JÄRJESTELMÄ / YLEINEN

- **avoin arkkitehtuuri**
- määritellään hajautetun automaatiojärjestelmän ns. middleware-kerroksen arkkitehtuuri ja tekniset vaatimukset
- **Standardointi** ja automaatiotuotteiden integraatio. Automaatioalan omien standardien kehittäminen esim. kenttäväyliä varten.
- määritellään rajapinnat yrityksiin ja ohjelmistokomponentti alustaan
- järjestelmäkomponenttien toteutus
- **liiketoimintamallilähtöinen** kehitystyö
- Kehittyvä tietotekniikka antaa mahdollisuuksia entistä kehittyneempien **poikkeustilanteiden hallinnan** piirteiden toteuttamiseen

- Kootaan suositeltavia ohjausjärjestelmien toiminnallisia arkkitehtuureja, yksittäisiä toteutustapoja sekä suunnittelumenetelmiä, joiden avulla poikkeustilanteiden hallinnan tarpeet voidaan tunnistaa ja toteuttaa johdonmukaisesti osana muuta automaatio-suunnittelua.
- keino sulauttaa erikoisratkaisut osaksi 'tavanomaista' automaatiojärjestelmää
- **suunnittelukäytäntöjen** kehittäminen ja käyttöorganisaation **koulutus**

JÄRJESTELMÄ / AGENTIT, PLUG&PLAY

- selvitetään agenttiteknologian **soveltuvuus ja rajoitukset**. Alkuvaiheessa realistisena lähestymistapana voisi olla, että agenttineuvottelua ja sen tulosta käytettäisiin operaattorin tukijärjestelmän tapaan. Fokus on informaation välityksessä sekä ohjaustoimintojen (automaattisessa) mukautuvuudessa erilaisissa muutos- ja vikatilanteissa
- kehitetään **plug&play-automaatiota**
- Toteutetaan arkkitehtuurin mukainen automaatio-sovellus teollisen prosessin **diagnostiikkatiedon koostamiseen ja välittämiseen**
- komponenttipohjaisella, **add-on**-tyyppisellä automaatiojärjestelmäarkkitehtuuri
- **Itsenäinen viankorjausautomaatiikka?**
- Tutkitaan ja edelleen kehitetään agenttiarkkitehtuurin soveltamista kokeellisen prosessin ohjaukseen ja säätöön.

1.3. VISIO, PITKÄ TÄHTÄIN

YLEISTÄ

- taataan myytävä kapasiteetti (workshop)
- ansaintalogiikka luotu (workshop)

NYKYTEKNIikka TÄYSIN HYÖDYNNETTY / TIEDONSIIRTO

- **etäyhteys** mahdollista **jokaiseen laitteeseen**
- langattomaan tiedonsiirtoon perustuva **ajantasainen ohjaustiedon hallinta**
- **julkisiin verkkoihin pohjautuva** diagnostiikkapalvelualusta, olemassa olevien operaattoriverkkojen ja palvelimien hyödyntäminen
- Tuotantosolun huolto ja monitorointi pystytään suorittamaan etäkäyttöisesti
- sisältää automaattisia **hälytyksiä** ja muistutuksia, jotka voidaan lähettää suoraan esimerkiksi johonkin **mobiiliin päätelaitteeseen**.
- web, erityisesti **selainpohjaiset** ratkaisut

IDEAALI JÄRJESTELMÄ / MITTAUSTIEDON KÄSITTELY

- datan prosessointi **informaatioksi** ja esittäminen käyttäjälle
- ratkaisu tuotantolinjan eri **ajotapojen poikkeustilanteiden havaitsemiseen** ja esittämiseen

- tavoitteena kehittää laitteistoa ja ohjausjärjestelmää mahdollistamaan diagnostisoitavuus ja kehittää hyvyysindeksi kuvaamaan laitteiston toimintakuntoa sekä mahdollistaa Internet-tyyppinen etäseurantamahdollisuus
- poikkeustilanteiden syyn löytäminen (**vikanavigointi**)
- on voitava **liittää** automaatiojärjestelmä muihin operatiivisiin mittaus- ja tietojärjestelmiin
- diagnostiikkajärjestelmärunko, joka soveltuu *liikkuvan kaluston* diagnostiikkatarpeisiin.
- tavoitteena kehittää ja pilotoida *nopeasti ja helposti tapahtuvan kalibroinnin* mahdollistava, prosessimittausten rinnalle kytkettävä kalibroitijärjestelmä.

IDEAALIJÄRJESTELMÄ / YLEISET

- Avoin toteutusarkkitehtuuri, erityisesti **selainpohjaiset** ratkaisut
- **Algoritmisten** ohjelmistokomponenttien määrittely
- järjestelmätuotteiden valmistajat käyttävät koeteltuja, yleisessä käytössä olevia tekniikoita, useiden valmistajien valmiita **kaupallisia komponentteja** ja alihankintaverkostoja
- edulliset laitteistoratkaisut, **jälkiasennettavissa** olemassa oleviin ajoneuvoihin
- Kehitettävä järjestelmärunko soveltuu *tuotekehityksen, huollon, urakoitsijan* sekä *käyttöönoton/seurannan* sovellustarpeisiin.
- ICT:llä hallitaan **koko tuotteen tai palvelun elinkaari**, automaattinen projektin seuranta, aikataulus ja tarvittavien tiedostojen siirto.
- **skaalautuva**, soveltuu sekä pienille yrityksille että myös suurien laitekantojen diagnostiikkaan.
- on voitava **integroida** vaakasunnassa automaatiojärjestelmän eri osia ja pystysuunnassa toiminnallisen hierarkian eri tasoja yksittäisistä laitteista yrityksen johtoon
- Määritellä **komponenttipohjainen automaatioarkkitehtuuri**, jossa sovelletaan agenttitekniikan periaatteita toimintojen koordinoimiseksi ja mukauttamiseksi muutuviin ja ennakoimattomiin tilanteisiin
- Saada kehitetyksi ja kokeilluksi keskeiset toiminnallisuuksien **plug&play-ominaisuudet** sekä agenttipohjaisen neuvottelun ominaisuudet osaprosessien koordinoinnissa.
- Saada määritellyksi menettelytavat ja rajapinnat, joiden avulla ainakin osa arkkitehtuurin mahdollistamista toiminnoista voidaan toteuttaa nykyisten automaatiojärjestelmien yhteydessä **add-on**-tyyppisesti

LOPPUKÄYTTÄJÄ SAA OIKEA-AIKAISESTI TARVITSEMANSA LUOTETTAVAN TIEDON HELPOSTI

Tieto

- **Tarpeen ja tarjonnan** kohtaaminen
- Sopivat **haku- ja vasteajat**

- **Julkinen tieto vs. yksityisen keräämä**
- Tiedon **omistaminen** / käyttöoikeus
- Tiedon vastaanotto, analysointi, jalostaminen, jakaminen, hyödyntäminen
- Tiedon **oikeellisuuden** varmistaminen

Käytettävyys

- Toimenpiteiden, työohjauksen ja opastavan tiedon antaminen ohjauksena henkilökohtaisen **päätöksenteon ja toiminnan pohjaksi** automaattiseen järjestelmään prosessoidun tiedon asemesta tai rinnalla
- **Käyttötilanteeseen sopiva ja monimuotoinen käyttöliittymä**
- Tiedon esittäminen – **relevanttien tietojen poimiminen**
- Tietomassojen jalostaminen eli **jalostusasteen nostaminen**
- Tiedon **nimeäminen** käyttäjän kannalta
- Tiedon **merkitys** eri käyttötilanteessa ja tarpeissa
- **Suunniteltu ja suunnittelematon tiedontarve**, loppukäyttäjälle ja suunnittelussa tunnistamaton tietämys

TIETEESTÄ TEOLLISEEN KÄYTTÖÖN, MENETELMÄHAASTEET RATKAISTU

- **yleiskäyttöinen kalibrointimenetelmä**
- Hyödyntää **laatumittauksia** laajemmin (laaturjärjestelmän osana, kunnossapidon tukena, tuki materiaalivalintoja tehtäessä, tuotteen tunnistus)
- Järjestelmien tulisi kyetä **adaptoitumaan** kulloiseenkin prosessiin ja suoriutua **yltävästikin** häiriötilanteista.
- Tuotantosolu kykenee **itse selviämään** suurimmasta osaa virhetilanteista
- tutkimus älykkäiden agenttiarkkitehtuurien soveltamisesta yritysten verkostoitumiseen, toisaalta luoda arkkitehtuuriin perustuva prototyypin tuotteesta.

2. Mobiilit palvelut

2.1. NYKYTILA

KULTTUURI, LIKETOIMINTAMALLIT PUUTTUVAT

- Mobiilipalvelut tällä hetkellä "**nappikauppaa**", esim. Soittoäännet, logot < 1 € / kerta
- Päätelaitteiden ja palveluiden **huono käytettävyys**
- Teknistä osaamista paljon, hyviä yrityksiä
- Mobiilipalveluiden **käyttökulttuuri puuttuu**
- **Liiketoimintamallit** eivät ole kovin selvät. Liiketoimintamallien puute, palvelut tehty suppeasta näkökulmasta. Totetus teknologianäkökulmasta, arvomuodostusta asiakasnäkökulmasta ei ole hahmotettu.

- **Laitekannan uusiutuminen** massamarkkinoilla
- Haasteena mobiiliteknikoiden **intergointi olemassa olevaan liiketoimintaan**
- Miten saadaan aikaan **uutta liiketoimintaa**. Sisältö puuttuu, so. **ei ole tiedon markkinoita**
- Teknologiaosaajien ja liiketoimintaosaamisen **yhdistäminen**.

TEKNIKKAA, OSAAMISTA ON – JA EI OLE

- **Langattoman** tietoliikenteen ratkaisuja on olemassa
- **Mobiilien** laajakaistarakaisujen kattavuus
- **Laitekantaa** olemassa, erityisesti ammattikäytössä
- Tiettyjä vahvoja **standardeja** olemassa (SMS, MMS, IP-tekniikat)
- **SMS-kulttuuri** vahva
- Joitakin **rajattuja sovelluksia** käytössä (pankit)
- **Palveluiden löytäminen** ongelma
- Kehitetty ohjelmistoagenttiratkaisua, jonka avulla **mobiilisovellusten toteuttaminen** on nopeaa ja joustavaa
- Syntynyt ymmärrystä **ohjelmistoagenttien** mahdollisuuksista. Agenttitekniologian standardointi toistaiseksi alkutekijöissään

2.2. LYHYEN TÄHTÄIMEN TAVOITTEET

HELPPOKÄYTTÖISYYDEN EDISTÄMINEN

- Määritetään mekanismit, joilla sovellukset voivat hyödyntää **käyttäjaprofiili- ja tilannetietoa**. Tutkitaan käyttäjäprofiilien ja kontekstitiedon hyödyntämistä sovellusten adaptoinnissa. Adaptaatio tehdään päätelaitteen, sisällön ja käyttäjän mukaan.
- Projekti tuottaa **state-of-the-art-tietoa** siitä, miten mobiilikäyttäjän laite / sisältö-adaptaatio voidaan tehdä.
- Projekti tuottaa **teoreettisen mallin** sovellusten adaptaatiolle. Projekti tarkastelee proaktiivista tietojen käsittelyä ja tuottaa kokemuksia sen kaltaisten sovellusten suunnittelusta ja käytöstä.
- Tuotetaan **pilotteja**, joilla osoitetaan konseptin toiminta (DigiTV, Mobiilitekniikat)

TOTEUTUSTEKNIKOIDEN KEHITTÄMINEN

- Tajutaan että **palvelukonseptien analyysimenetelmiä** on kehitettävä (ja että tämä vie aikaa)
- Palvelujen **tuotantotekniikan** kehittäminen (esim. liikkuvan työntekijän joustava & tietoturvallinen pääsy yrityksen informaatioon)
- Kansainvälinen **standardointi** etenee, ja palvelujen tekninen yhteensopivuus paranee.
- **Järjestelmäarkkitehtuurien** kehitys

- Palvelupilottien kehittäminen ja evaluointi
- Kehitetään **prototyypisovellukset** sovellusalustaa hyväksikäyttäen
- **Sovellusalustan lisensointipolitiikka** (OpenSource-lähestymistapa)

HYÖTY KÄYTTÄJÄLLE

- Julkisen liikenteen reittisuunnittelupalvelut kattavasti netissä tunnetulla liittymällä, liikennevälineiden satelliittipaikannus ja ko. tiedon saatavuus.
- Opastusjärjestelmä näkövammaisten tarpeisiin. Järjestelmä pohjautuu henkilökohtaisen navigoinnin konseptiin ja siinä pyritään hyödyntämään jo olemassa olevia tai lähitulevaisuudessa markkinoille tulevia komponentteja. Olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen alentaa perustamiskustannuksia ja takaa osaltaan järjestelmän ylläpidon tulevaisuudessa.
- Projektin tavoitteena on luoda opastusjärjestelmä, joka on edullinen hankkia, käyttökustannuksiltaan kohtuullinen, helppokäyttöinen, mahdollistaa näkövammaisten kulkemisen myös ennakkoon tuntemattomalla reitillä, mahdollistaa julkisten kulkuvälineiden käytön, mahdollistaa julkisten palveluiden käytön.

2.3. KESKIPITKÄN TÄHTÄIMEN TAVOITTEET

KOHTI LUONNOLLISTA JA ARKISTA KÄYTTÖÄ

- Edistyksellisempi **palveluteknologia** (sovellusten adaptoituminen, personointi, uudet käyttöliittymäteknikat, esim. puhe)
- **ALL-IP** ratkaisut, so. Internet joka paikkaan
- Lyhyen kantaman langattomia yhteyksiä liikennevälineissä

KOHTI TOIMIVIA MOBIILIPALVELUMARKKINOITA

- Rajatut **sovellukset** tuotantokäytössä
- Yhteiskunnallisen **vaikuttavuuden osoittaminen**, toimintamallien muuttuminen
- **Mobiilipalveluportaalit** laajassa käytössä
- **Tietoturvaratkaisut, maksaminen**
- **Liiketoimintamallilähtöinen** kehitystyö
- **Julkinen sektori** tarjoaa tietomarkkinoille omat tietonsa (karttatieto, väylätiedot, kiinteistö- ja osoitetiedot, väestötiedot jne.)
- Tuotteen ja siihen liittyvien palveluiden modulaarisuuden rinnakkainen kehitys ja vuorovaikutusten ymmärtäminen

2.4. VISIO, PITKÄ TÄHTÄIN

MOBIILIT PALVELUT OVAT EROTTAMATON JA LUONNOLLINEN OSA ARKIPÄIVÄÄ – SEKÄ TYÖSSÄ ETTÄ KOTONA

Edellyttää että

- informaatiopohjaiset palvelut **käytettävissä missä tahansa** (jokapojan tapa käyttää verkkopohjaisia palveluita on kännykkä).
- **Liikkeellä** ollessa palvelut ja sovellukset tarjotaan helposti, käyttäjäystävällisesti ja tarkoituksenmukaisella tavalla. Niin helppokäyttöisiä, että ne saavuttavat massa-markkinat.
- Palvelut **mukautuvat** päätelaitteeseen ja käyttäjän käyttötilanteeseen ja käyttäjän ominaisuuksiin.
- **Yhteiskunta on hyväksynyt** langattomat palveluratkaisut kiinteäksi ja luonnolliseksi osaksi elämisen arkipäivää kaikilla elämän osa-alueilla.
- Rakennusten, ym. **infran toimintojen ohjaaminen etänä** tietoverkon kautta arkipäivää.
- Liikkuja pääsee päämääräänsä vaivattomasti ja turvallisesti.
- **Näkövammainen** (tai turisti, jne.) pääsee haluamaansa kohteeseen julkista liikennettä käyttäen infran tukemien reaaliaikaisten reitinopastuspalveluiden avulla PDA:ta käyttäen.
- Rakennuksilla, muulla infralla, kulkuvälineillä on olemassa **verkossa oleva digitaalinen ajantasainen tilatieto**, jota omistaja / haltija voi käyttää.
- Infrastruktuuri on yrityskäytön kannalta kehittynyt riittävän **luotettavalle** tasolle (tietoturva, virussuojat ym.).
- Tulevaisuuden **laajakaistayhteys** toimii yhtä hyvin niin mobiiliin laitteeseen kuin pöytäkoneeseenkin.
- Keskeinen yrityksen liiketoimintaan liittyvä tieto on työntekijöiden **saatavilla missä tahansa** tietoturvallisesti.

TOIMIVAT MOBIILIPALVELUMARKKINAT

Edellyttää että

- Mobiilipalveluilla on hyvin toimivia **liiketoimintamalleja**. Liiketoiminnalliset käytännöt. Liiketoiminnallisesti ympäristö on kehittynyt toimivaksi ja sen pelisäännöt tunnetaan.
- Tekniset **standardit** (tekninen yhteensopivuus). Informaatiopohjaiset palvelut toimivat saumattomasti yhteen.
- **Poliittinen ympäristö** on esim. julkisen tiedon jakamisen suhteen kehittynyt riittävästi.
- **Lainsäädäntö** ottaa myös liikkuvat ratkaisut ja niihin liittyvät erityisongelmat huomioon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta lainsäädännöstä ei muodostu pulonkaulaa kehitykselle.

- **Sopimuksellinen yhteensopivuus.** Mobiilipalveluiden käyttö onnistuu yhden sopimuksen avulla (sopimuksellinen yhteensopivuus).
- **Maksaja** näkee palveluiden lisäarvon niin, että hän on valmis maksamaan palveluita asianmukaisen hinnan.
- Riittävä käyttäjä- / **asiakaskunta.**
- **Tiedon, informaation markkinat** (tietopörssi). Haluttua tietoa voidaan ostaa ja myydä. Yksityiset yritykset ja kansalaiset tarjoavat sisältöä tietomarkkinoille.
- Tuotteisiin tukeutuvien palveluiden innovaatio/analyysi toiminnassa on käytössä kunnollinen menetelmä hallita kokonaisuutta ennen kaikkea liiketoiminnallisesta näkökulmasta.

3. Analyysin tuottaman aineiston tarkastelua

Analyysi on ollut sinänsä laaja ja edustava, vaikka ehkä kaikkia sovellusalueita ei syksyn 2003 nopeahkolla aikataululla saatu mukaan. Toisaalta alkava Pääomavaltaisen teollisuuden käyttömöaisuuden hallinnan menetelmät -Key Technology Action paikannee tilannetta VTT:n kokonaisuuden kannalta.

Projekteista kerättävän aineisto jäsentäminen on tärkeä välivaihe, mutta tällaiseen vaiheeseen jätettynä aiheesta jää väkisinkin tasapaksu maku. Projektikohtaisista keskusteluista on päästävä yli visioitavaan, ehkä laajaankin konseptiin, johon projekteista koottu, monella tavalla hiljainenkin tieto, jäsennellään uudelleen.

Näin jatkettiin ISS-työryhmässäkin, ja se näyttää kannattaneen. Jatkotyöstämistä kyllä riittää uuden konseptin kanssa, mutta tähän työhön on todennäköisesti saatavissa jo ulkopuolista rahoitustakin. Vastaavasti keskustelupiirin ulottaminen teollisuuteen on tässä vaiheessa oikeaan ajoittunutta.

| | | | |
|--|-----------------------------|--|------------|
| Tekijä(t) Ventä, Olli | | | |
| Nimeke Älykkäät palvelut -teknologiatiekartta | | | |
| Tiivistelmä Tämä julkaisu on tulosta Älykkäät palvelut -teknologiatiekarttatyöstä vuonna 2003. Työryhmän koordinaattorina oli aluksi tutkimusprofessori Matti Hakala, VTT Tuotteet ja tuotanto, ja elo-syyskuun vaihteen jälkeen johtava tutkija, tekniikan tohtori, Olli Ventä, VTT Tuotteet ja tuotanto. Julkaisun keskeinen sisältö on muodostunut syksyn 2003 muutaman intensiivisen workshopin ja muiden tilaisuuksien perusteella. – Palveluliiketoiminnan kehittämisen suurimmat haasteet liittyvät liiketoimintamallien kehittämiseen. Tekniikkaa on paljon olemassa, osittain yli sen tarpeen, mitä liiketoiminta laajasti ottaen on valmis lyhyellä tähtämellä ottamaan käyttöön. Toisaalta tekniikkaa ei juuri ole kehitetty palveluliiketoimintalähtöisesti, tai tekniikan toimivuus on osoitettu vain yksittäisinä pilotteina. Kustannustehokkaaseen, tuotteisiin, työkaluihin ja referenssimalleihin perustuvaan, ammattimaiseen toteutustasoon pääsyyn vaaditaan vielä runsaasti ICT-kehitystyötä. – Palveluliiketoiminnan kehittämisen ohjaamisessa tulee muistaa, että sekä liiketoimintakonseptien ja -käytäntöjen että teknologioiden tulee edetä koherentisti vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa kehittyvät liiketoiminnat ja tekniikat monitoroinnin tasolle, vasta myöhemmin hajautetun operatiivisen tilan hallinnan tasolle. – Julkaisussa esitellään myös pragmaattinen metodi tuottaa teknologiatiekarttoja VTT-ympäristössä. | | | |
| Avainsanat technology roadmapping, industrial service business, reference modelling | | | |
| Toimintayksikkö VTT Tuotteet ja tuotanto, Tekniikantie 12, PL 1301, 02044 VTT | | | |
| ISBN 951-38-6464-2 (nid.) 951-38-6465-0 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | Projektinumero G3SU00372 | |
| Julkaisuaika Toukokuu 2004 | Kieli Suomi, engl. tiiv. | Sivuja 71 s. + liitt. 11 s. | Hinta B |
| Projektin nimi Intelligent systems and services - roadmap | | Toimeksiantaja(t) VTT teknologiatyöryhmä | |
| Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374 | |

| | | | |
|--|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| Author(s) Ventä, Olli | | | |
| Title Intelligent systems and services – roadmap | | | |
| Abstract This is a report of the Intelligent Services technology roadmapping activity carried out in 2003. The task force was first conducted by research professor Matti Hakala, VTT Industrial Systems, and from August 2003 on, by chief research scientist Olli Ventä, VTT Industrial Systems. The essential contents of the report have been built up during the intensive workshops and other activities during autumn 2003. The biggest challenges of the near future development of industrial service business are linked to the development of proper business models. The technology needed already exists to large extents, or at least what could be adopted in the near future business practices. On the other hand, respective technologies have not been developed from service business point-of-view, or the technologies have been proven merely in single pilot projects. To reach the level of professional engineering where systems are implemented using cost effective software products, tools, or reference models, plenty of ICT development work needs to be done. The technology roadmap also indicates that both business concepts or practices and technologies must evolve coherently. In the first phase, the business practices and technologies reach the measurement-monitoring level and, later on, the distributed operational state management level. The report also presents a pragmatic method to conduct technology roadmapping processes in VTT like organizations. | | | |
| Keywords technology roadmapping, industrial service business, reference modelling | | | |
| Activity unit VTT Industrial Systems, Tekniikantie 12, P.O.Box 1301, FIN-02044 VTT, Finland | | | |
| ISBN 951-38-6464-2 (soft back ed.) 951-38-6465-0 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | | Project number G3SU00372 |
| Date May 2004 | Language Finnish, Engl. abstr. | Pages 71 p. + app. 11 p. | Price B |
| Name of project Intelligent systems and services - roadmap | | Commissioned by VTT teknologiaryhmä | |
| Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374 | |

VTT TIEDOTTEITA – RESEARCH NOTES

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO – VTT INDUSTRIELLA SYSTEM –
VTT INDUSTRIAL SYSTEMS

- 2171 Tonteri, Hannele, Vatanen, Saija, Lahtinen, Reima & Kuuva, Markku. Elinkaariajattelu työkonoiden ympäristömyötäisessä suunnittelussa. 2002. 33 s.
- 2172 Tonteri, Hannele, Vatanen, Saija, Lahtinen, Reima & Kuuva, Markku. Life cycle thinking in the design for environment aware work machines. 2003. 32 p.
- 2173 Häkkinen, Kai. Valmistuksen ja suunnittelun yhteistyö toistuvan erätuotannon alihankintaprosessissa; havaintoja suomalaisessa pk-konepajateollisuudessa vuonna 2002. 2002. 52 s.
- 2178 Andersson, Peter, Tamminen, Jaana & Sandström, Carl-Erik. Piston ring tribology. A literature survey. 2002. 105 p.
- 2180 Kaunisto, Tuija. Talousvesijärjestelmien materiaalien ja tuotteiden hyväksymismenettelyt. EAS-prosessi Suomessa. 2002. 25 s. + liitt. 4 s.
- 2184 Kondelin, Kalle & Karhela, Tommi. Gallery Markup and Query Language Specification. 2003. 111 p.
- 2190 Häkkinen, Kai, Pötry, Jyri & Joutsen, Peik. Konepajateollisuuden alihankintaprosessien kehittämisedellytykset ja -tavat pk-sektorilla. Koneali-projektin loppuraportti. 2003. 129 s.
- 2193 Harju, Hannu & Koskela, Mika. Kustannustehokas ohjelmiston luotettavuuden suunnittelu ja arviointi. Osa 2. 2003. 107 s.
- 2208 Rääkkönen, Timo & Rouhiainen, Veikko. Riskienhallinnan muutosvoimat. Kirjallisuuskatsaus. 2003. 77 p.
- 2216 Savioja, Paula. Käyttäjakeskeiset menetelmät monimutkaisten järjestelmien vaatimusten kuvaamisessa. 2003. 132 s. + liitt. 10 s.
- 2225 Tuotannonohjaus pk-konepajateollisuuden alihankintaprosessissa. Käytäntöjä suomalaisessa pk-konepajateollisuudessa vuonna 2003. 2003. 82 s.
- 2228 Kettunen, Jari & Reiman, Teemu. Ulkoistaminen ja alihankkijoiden käyttö ydinvoimateollisuudessa. 2004. 66 s. + liitt. 2 s.
- 2231 Häkkinen, Tarja, Vares, Sirje & Siltanen, Pekka. Tuotteiden käyttöikäinformaatio ja sen käyttö rakennushankkeessa. 2004. 54 s. + liitt. 32 s.
- 2232 Pötry, Jyri, Kettunen, Outi & Kilponen, August. Varaston ulkoistaminen alihankinnassa. Kustannusmallitarkastelu. 2004. 57 s. + liitt. 22 s.
- 2233 Hyötyläinen, Raimo, Ryyänen, Tapani & Mikkola, Markku. Ympäristöalan miniklustereiden rakentaminen ja kehittäminen. InnoEnvi-hanke. 2004. 111 s.
- 2235 Lehto, Taru & Murtonen, Mervi. Toiminnan kehittämisen vaikutukset ja päätöksenteko. PRIMA-työkalupakki kehittämistoimenpiteiden valintaan ja suunnitteluun. 2004. 52 s. + liitt. 35 s.
- 2240 Jarimo, Toni. Innovation Incentives in Enterprise Networks. A Game Theoretic Approach. 2004. 63 p. + app. 3 p.
- 2243 Ventä, Olli. Älykkäät palvelut -teknologiatietokartta. 2004. 71 s. + liitt. 11 s.

| | | |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Tätä julkaisua myy | Denna publikation säljs av | This publication is available from |
| VTT TIETOPALVELU | VTT INFORMATIONSTJÄNST | VTT INFORMATION SERVICE |
| PL 2000 | PB 2000 | P.O.Box 2000 |
| 02044 VTT | 02044 VTT | FIN-02044 VTT, Finland |
| Puh. (09) 456 4404 | Tel. (09) 456 4404 | Phone internat. + 358 9 456 4404 |
| Faksi (09) 456 4374 | Fax (09) 456 4374 | Fax + 358 9 456 4374 |