

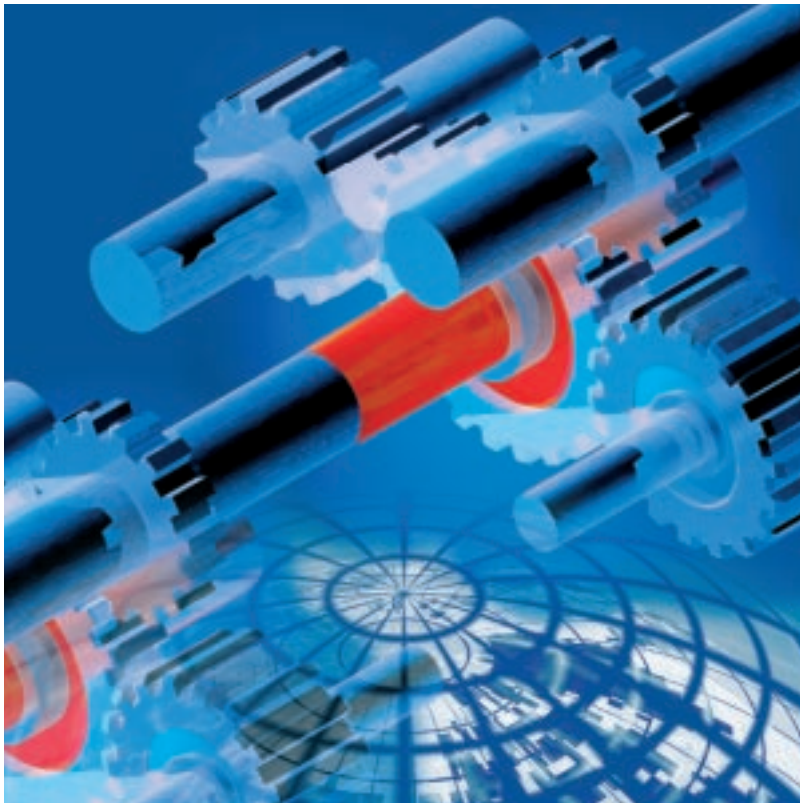
# Koneenrakentaja kohtaa globalisaation

Koneenrakennusalan teknologiaohjelmien arviointi

Lasse Kivikko

Teknologiaohjelmaraportti 17/2004

Väliarviointiraportti



**TEKES**

# Koneenrakentaja kohtaa globalisaation

## – Koneenrakennusalan teknologiaohjelmien arviointi

Väliarvointiraportti

Lasse Kivikko



**TEKES**

**Teknologiaohjelmaraaportti 17/2004**  
Helsinki 2004

## **Kilpailukykyä teknologiasta**

Tekes tarjoaa rahoitusta ja asiantuntijapalveluja kansainvälisesti kilpailukykyisten tuotteiden ja tuotantomenetelmien kehittämiseen. Tekesillä on vuosittain käytettävissä avustuksina ja lainoina noin 400 miljoonaa euroa teknologian kehityshankkeisiin.

Teknologiaohjelmien avulla maahamme luodaan uutta teknologiaosaamista yritysten, tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen yhteistyönä. Ohjelmien tavoitteena on nostaa teknologista kilpailukykyämme tulevaisuuden keskeisillä teollisuuden toimialoilla. Vuonna 2004 Tekesillä on käynnissä noin 25 teknologiaohjelmaa.

Copyright Tekes 2004. Kaikki oikeudet pidätetään.

Tämä julkaisu sisältää tekijänoikeudella suojattua aineistoa, jonka tekijänoikeus kuuluu Tekesille tai kolmansille osapuolille. Aineistoa ei saa käyttää kaupallisiin tarkoituksiin. Julkaisun sisältö on tekijöiden näkemys, eikä edusta Tekesin virallista kantaa. Tekes ei vastaa mistään aineiston käytön mahdollisesti aiheuttamista vahingoista. Lainattaessa on lähde mainittava.

ISSN 1239-1336  
ISBN 952-457-181-1

Kansi: Oddball Graphics Oy  
Sisäsivut: DTPage Oy  
Paino: Paino-Center Oy, 2004

# Esipuhe

Tuotantotoiminta monilla aloilla on siirtymässä halvemman työvoiman ja isompien markkinoiden äärelle, mutta merkitseekö se myös tutkimus- ja tuotekehityksen siirtymistä? Missä määrin Suomeen rakennettu teknologiaosaaminen pitää jatkossakin t&k-toimintoja Suomessa? Miten Tekes on vaikuttanut t&k-toiminnan uudistumiseen ja kilpailukykyisyyteen? Näitä kysymyksiä päätettiin tarkastella yhden toimialan, konealan, kautta.

Tekes on viime vuosina toteuttanut konealalle useita teknologiaohjelmia, joilla on haluttu kehittää yritysten tuotekehitys- ja innovaatioprosesseja. Ohjelmilla on haluttu luoda tulevaisuuden tuotteisiin tarvittavaa avainosaamista Suomeen ja tulevaisuuden liiketoimintakonsepteja tukevia tuotekehitys- ja innovaatioprosesseja. Arvioinnin kohteena oli siis tämän alan teknologiaohjelmatoiminta. Arvioinnin haluttiin tarkastelevan ohjelmien tuloksien ja vaikutusten lisäksi teollisuuden muuttuvaa t&k-strategiaa.

Arvioinnissa tarkastellaan ohjelmatoimintaa seuraavasti:

- kolmen ohjelman (Liikkuva työkone 1993–1998, Smart – Huomisen koneet ja järjestelmät 1997–2000, Rapid – Tuotekehityksen tehostaminen valmistavassa teollisuudessa 1996–1999) vaikutusten jälkiarviointi
- käynnissä olevan MASINA – Koneenrakennusteknologiaohjelma 2002–2007 strategian väliarviointi sekä
- neljän ohjelmakokonaisuuden merkityksen arviointi konealan kehitykselle ja sen uudistumiselle.

Keskeisiä arviointikysymyksiä olivat:

*Mitä ovat ohjelmatoiminnan tulokset ja arvioidut vaikutukset?*

*Minkälainen merkitys ohjelmatoiminnalla on ollut konealan kehitykselle ja uusiutumiselle?*

*Mitkä ovat ohjelmien ”vaikuttavuusmalli” ja mekanismit?*

*Miten onnistunut käynnissä olevan Masina-ohjelman strategia on?*

Arvioinnin on tehnyt Lasse Kivikko Otakon Ky:stä. Arvioinnin tueksi asetettiin ohjausryhmä, johon osallistuivat Tekesistä Lauri Ala-Opas, Matti Säynätjoki, Kari Penttinen ja Eija Ahola sekä ohjelmapäällikkö Juhani Lempiäinen. Tekes haluaa kiittää arvioijaa arvokkaasta panoksesta konealan kehittämiseksi.

Helsingissä marraskuussa 2004

Tekes, Vaikuttavuusarviointi

# Sisällys

## Esipuhe

<b>1 Johdanto</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Arviointityön kohde ja tavoitteet . . . . .	1
1.2 Arvioinnin menetelmä, toteutus ja luotettavuus . . . . .	1
1.3 Raportin rakenne. . . . .	2
<b>2 1990-luvun ohjelmat ja niiden vaikuttavuus</b> . . . . .	<b>3</b>
2.1 Liikkuva työkone TYÖ 1993–1998. . . . .	3
2.2 Rapid 1996–1999 . . . . .	4
2.3 Smart 1997–2000 . . . . .	5
2.4 Yhteenveto 1990-luvun ohjelmien vaikuttavuudesta. . . . .	7
<b>3 Masinan väliarviointi 2004</b> . . . . .	<b>9</b>
3.1 Masinan valmistelu ja tavoitteet . . . . .	9
3.2 Masinan projektisalkku ja panostukset . . . . .	10
3.3 Tutkimusprojektien arviointi . . . . .	11
3.4 Masinan arviointi kokonaisuutena. . . . .	14
<b>4 Tuleva liiketoimintaympäristö.</b> . . . . .	<b>17</b>
4.1 Muutosvoimat ja teollisuuden muuttuvat rakenteet. . . . .	17
4.2 Tuotekehityksen ja koneensuunnittelun uudet haasteet. . . . .	20
<b>5 Yhteenveto.</b> . . . . .	<b>23</b>
5.1 Ohjelmien vaikuttavuus . . . . .	23
5.2 Suositukset Masinan jatkokaudelle . . . . .	24
<b>LIITE</b> Arviointiprosessin toteutus . . . . .	<b>25</b>
<b>Tekesin teknologiaohjelmaraportteja.</b> . . . . .	<b>26</b>

# 1 Johdanto

## 1.1 Arviointityön kohde ja tavoitteet

Suoritetun väliarvioinnin ensisijaisena tarkoituksena oli tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää Masina-ohjelman jatkosta ja painopisteistä päätettäessä. Toissijainen tarkoitus oli lisätä tietämystä siitä, miten toimialojen tuotekehitys- ja innovaatioprosessien kehitystä voidaan tukea ohjelmallisilla panostuksilla.

Näiden tarkoitusten toteuttamiseksi asetettiin arviointityön tavoitteeksi selvittää neljän koneenrakennusalan teknologiaohjelman vaikuttavuutta. Ohjelmista kolme oli toteutettu 1990-luvulla ja yksi oli vuonna 2002 käynnistetty ja vuoteen 2007 saakka jatkuvaksi suunniteltu Masina Koneenrakennuksen teknologiaohjelma. Päätyneet kolme ohjelmaa ovat:

- Liikkuva työkone 1993–1998
- Rapid – Tuotekehityksen tehostaminen valmistavassa teollisuudessa 1996–1999
- Smart – Huomisen koneet ja järjestelmät 1997–2000.

Vaikuttavuuden arvioinnissa tavoitteena oli saada vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Miten käynnissä olevan Masina-ohjelman nykyiset tavoitteet ja painotukset ovat linjassa nykyisen ja tulevan toimintaympäristön vaatimusten kanssa ja miten ohjelman tavoitteita ja painotuksia tulisi kenties muuttaa?
- Erityisesti, mitkä ovat nk. Kiina-ilmiön vaikutukset yritysten t&k-toimintaan ja sen maantieteelliseen sijoittumiseen ja, miten voidaan tukea menestyksellistä sopeutumista uuteen tilanteeseen?
- Miten päätyneiden ohjelmien tavoitteet ja vaikutukset ovat sopineet toteutuneeseen alan kehitykseen nähden?
- Miten koneenrakennusosalalle suuntautuvaa, tuotekehitys- ja innovaatioprosesseja kehittävää ja uudistavaa toimintaa tulisi jatkossa suunnata? Voidaanko kenties tunnistaa ohjelmatyyppi, joka menestyksellisesti kehittäisi nimenomaan tuotekehitys- ja innovaatioprosessia?

## 1.2 Arvioinnin menetelmä, toteutus ja luotettavuus

Arvioinnin toteutuksen keskeinen idea oli toimia nk. kehittävänä arviointiprosessina. Tässä toteutustavassa arviointiin osallistuville pyrittiin välittämään tietoa jo aiemmin kerätystä arviointimateriaalista. Välituloksien perusteella mm. järjestettiin yliopistoissa arviointiprosessia tukevia haastattelu-/keskustelutilaisuuksia sekä tehtiin sähköpostitse tarkistuskysely haastatelluille.

Haastatteluiden kysymykset ja keskustelu ohjautuivat osaltaan aiempien haastattelujen pohjalta.

Arviointiprosessin vaiheet ja kunkin vaiheen painottuminen arviointityön eri osa-alueille on esitetty liitteessä 1. Arviointiprosessi käynnistyi maaliskuussa 2004 ja pääosa haastatteluista tehtiin huhti-, touko- ja kesäkuussa 2004.

Arvioinnin kuluessa haastateltiin:

- 70 Masina-ohjelman ja projektien johtoryhmän jäsentä noin 50:ssä eri yrityksessä ja 14:ssä tutkimusyksikössä
- 22 Työkone-, Rapid- ja Smart-ohjelmien ja projektien johtoryhmän jäsentä noin 20:ssä eri (po. ohjelmien) osallistujayrityksessä
- 12 koneenrakennusalan professoria TKK:ssa, TTY:ssa, LTY:ssa ja OY:ssa.

Kaikkiaan haastattelu-/keskusteluprosessiin osallistui siis yli 100 alan avainhenkilöä. Lisäksi käytiin orientoivia keskusteluja ohjelmapäällikön ja arvioinnin ohjausryhmän jäsenten kanssa. Yritysten lukumäärän tarkkaa ilmaisua haittaa määrittelyvaikeus, joka johtuu kohdeyrityksissä vuoden 1993 jälkeen jo toteutetuista ja jatkuvasti toteutettavista rakennemuutoksista, yhdistymisistä ja erkauttamisista. Kuitenkin, arviointiprosessissa oli edustettuina noin 70 selkeästi eri yritystä.

Sähköpostitse lähetettiin elokuussa 2004 kaikille Masina-haastatelluille ”kiteytys haastattelutuloksista” sekä palautepyyntö. Kyselyyn saatiin vain muutama vastaus, jotka kylläkin kaikki olivat erit-

täin spesifejä ja harkittuja. Tutti-projektin tuloksiin perehdyttiin kesäkuussa 2004, jolloin Heurekassa järjestettiin erityinen harjoitustöiden näyttely.

Kirjallista materiaalia oli arviointityön pohjana poikkeuksellisen runsaasti. Tarkasteltavien ohjelmien ja niiden projektien käynnistämiseen, toteutukseen ja arviointiin liittyvän materiaalin ohella tukeuduttiin mm. seuraaviin tuoreisiin julkaisuihin:

- TUKEVA; Research Programme on Future Mechanical Engineering 2000–2003. Kalle Hakala, Marika Mattila (toim.), Suomen Akatemia, 2004
- TUKEVA – Evaluation Report
- Technology Policy and Knowledge-based Growth in Small Countries. Reino Hjerpe ja Jaakko Kiander (toim), VATT-tutkimuksia 110, 2004
- Foreign Ownership in Finland – Boosting Firm Performance and Changing Corporate Governance. Pekka Ylä-Anttila, Jyrki Ali-Yrkkö, Martti Nyberg, ETLA 904, 2004
- Evaluation of Mechanical Engineering Education at Universities and Polytechnics. J. Fonselius, M.K. Hakala & K. Holm, Korkeakoulujen arviointineuvosto, 2001
- EU:n KNOGG (knowledge, growth, globalisation) -projektin loppuseminaarin (26.5.2004, Helsinki) aineisto
- Tuotekehityksen tuottavuuden mittaaminen ja johtaminen. Conformiq, 2004
- Tuotekehitystoiminnan laadun ja kypsyyden arviointi. Pekka Berg, Virpi Leivo, Jussi Pihlajamaa, MET, 2001.

Tehdyn arviointityön keskeisin menetelmällinen haaste liittyi 1990-luvulla jo toteutettujen teknologiaohjelmien vaikuttavuuden arviointiin. Huomatavaa osaa ohjelmissa toteutettujen projektien avainhenkilöistä ei ollut mahdollista enää jäljittää ja/tai tavoittaa. Osa mukana olleista avainhenkilöistä ei enää kyennyt jäsentyneellä tavalla muistamaan kyseisten projektien tavoitteita eikä sisältöjä jne. Lopulta päädyttiin tekemään tulkinnat ja arviointi näiltä osin noin kahdenkymmenen (20) sellaisen avainhenkilön antamien tietojen ja arviointien pohjalta, joille arvioidtavat 1990-luvun hankkeet/projektit olivat olleet poikkeuksellinen – ja siksi mieleenpainuva – prosessi.

Muilta osiltaan muodostaa arvioinnin luotettavuuden akilleen kantapäähän haastateltujen sitoutuneis-

suus itse arviointiprosessia kohtaan sekä heidän intressinsä arvioinnin tuloksiin nähden. Mikään seikka ei arviointityön kuluessa antanut aihetta olettaa, että arviointitulokset näistä syistä olisivat systemaattisesti vinoutuneet. Lisäksi haastateltujen verraten suuri lukumäärä antoi mahdollisuuden moninkertaiseenkin ristikkäiskontrolliin. Arvioinnin luotettavuuden kannalta oli ja on merkityksellistä, että lähes kaikissa kohdeyrityksissä oli arviointisijan esittämiä kysymyksiä toimialan kehittymisnäköymistä ja oman yrityksen tulevasta roolista juuri tuoreesti ja laajasti pohdittu.

Mielenkiintoinen ja aiempia vuosia voimakkaammin arviointia vaikeuttava tekijä liittyy yritysten menestymisen kriteereihin ja mittaamiseen. On yhä harvinaisempaa saada arviointitietoja heikosti menestyneistä yksiköistä, sillä – tarkastelujänteen ollessa useita vuosia, kuten tässäkin arvioinnissa – heikosti menestyneitä yksiköitä ei enää ole sellaisenaan tunnistettavissa, eikä löydettävissä. Ne ovat tulleet nopeasti, tavalla tai toisella, ”restrukturoiduksi” samoin kuin niiden liikeideat ja tarjoomatkin. Tutkija voi vain todeta, että tavoitettavissa on lähes yksinomaan hyvin menestyviä yksiköitä ja niiden vastuuhenkilöitä. Näin tässäkin arvioinnissa lähinnä ”voittajat kirjoittavat historian”.

### 1.3 Raportin rakenne

Raportin luvussa 2. tarkastellaan jo päättyneiden teknologiaohjelmien tavoitteita ja tuloksia sekä esitetään kokoava arvio niiden vaikuttavuudesta. Luvussa 3. keskitytään meneillään olevan Masina-ohjelman arviointiin. Koska projektit ovat tiedonkeruun hetkellä vielä kesken, on arvioinnin polttopiste tavoitteiden, osanottajien, verkottumisen ja yhteistyöprosessien kohdalla.

Luvussa 4. luodaan tiivistetty katsaus olennaisiin, koneenrakennusalan yritysten tulevaa toimintaympäristöä muovaaviin tekijöihin ja niiden toimialarakennetta koskeviin vaikutuksiin.

Tältä perustalta esitetään seuraavassa luvussa ne haasteet, joihin tuotekehityksen ja koneensuunnittelun on kyettävä jatkossa vastaamaan. Yhteenveto ja suositukset sekä Masinan jatkokaudelle, että Tekesin ohjelmatoiminnalle esitetään luvussa 5.

## 2 1990-luvun ohjelmat ja niiden vaikuttavuus

### 2.1 Liikkuva työkone 1993–1998

#### Ohjelman tavoitteet, panostukset ja projektit

Liikkuva työkone TYÖ -teknologiaohjelma perustui alan yhden keskeisen toimijan, Timberjack/Plustech Oy:n, laatimaan erittäin perusteelliseen selvitykseen alan toimijoiden merkityksestä ja näkymistä sekä olennaisista teknologian kehitystarpeista. Varsinaisesti ohjelman projektit käynnistyivät maaliskuussa 1994 ja ohjelma päättyi kesäkuussa 1998.

TYÖ-ohjelmaan osallistui kaikkiaan noin 40 alan yritystä ja 15 tutkimusyksikköä. Yrityksistä noin 30 osallistui tutkimushankkeisiin, joiden kokonaispanostus oli tuolloin 36 Mmk (6 M€). Yritysprojekteja ohjelmassa oli noin 20 ja kaikkiaan ohjelma generoi työkoneklusteriin noin 80 Mmk:n (13 M€) kehittämisvolyymin vuosina 1994–1998.

Ohjelman tavoitteena oli parantaa suomalaisen työkoneteollisuuden kilpailukykyä kehittämällä uusia teknologisia ratkaisuja mm. energijärjestelmiin ja ympäristövaatimuksiin, ohjaukseen ja automaatiikkaan sekä rakenteisiin ja materiaaleihin. Ohjelman tutkimusprojektit olivat:

- Liikkuvan työkoneen ympäristöhavainnointi
- Luistonesto- ja voimansiirtojärjestelmä
- Puomi 2000
- Liikkuvien työkoneiden kevytrakenteet
- Liikkuvien työkoneiden (tele-)etäoperointi
- Reaaliaikainen simulointi Off-Road-työkoneen kehittämisessä
- Sähköinen voimansiirto liikkuvissa työkoneissa.

Lisäksi toteutettiin muutamia esiselvityksiä. Yritysprojektit sijoituivat samoille aihealueille kuin tutkimusprojektitkin. Niiden ohella toteutettiin myös värähtelyongelmien ratkaisuun tähtääviä yrityshankkeita.

Koska projektit olivat ongelma-/ratkaisukeskeisiä, niin ne muodostuivat sisällöltään hyvin monitekni-siksi haasteiksi. Eri osaamisalueiden integrointi oli leimallista koko TYÖ-ohjelmalle. Ohjelman tietoisena ja julkilausuttuna tavoitteena olikin luoda ja vahvistaa koko toimialan käsittävää verkostoa. Nimenomaan haluttiin vahvistaa ja vetää mukaan myös alalla toimivia pk-yrityksiä.

#### Liikkuva työkone -ohjelman vaikuttavuus

TYÖ-ohjelman välittöminä hyötyinä voitiin aikaan kirjata mm. useampia innovatiivisia tuoteparannuksia, joista osa johti myös patenttihakemuksiin. Niin ikään opittiin nopeasti lisää hydraulika, antureista, etäohjauksesta, kevytrakenteista ja simuloinnista.

Nyt arvioidaan pitkän aikavälin merkityksellisimmiksi vaikutuksiksi, se että:

- tunnistettiin älykkäämpien tuotteiden aikakausi alkaneeksi
- tunnistettiin polttokenno-sähkökäyttöjärjestelmien kehittämistarve
- luotiin puomidynamiikan geneeristä osaamista sekä se, että
- koulittiin kevytrakenneosaajia teollisuuteen.

Kevytrakenteiden osalta annetut arviot pitkän aikavälin vaikuttavuudesta ovat jossain määrin ristiriitaisia. Oletettavaa on, että odotukset luotiin tai muodostuivat liian korkeiksi ja niihin ei täysimittaisesti pystytty pääsemään. Tämä johti pettymykseen, vaikka edistymistä tapahtuikin.

Joillakin sovellusalueilla on myöhemmin hyödynnetty tuntuvasti ja tehokkaasti TYÖ-ohjelmassa luotua ja opittua, mutta ei kaikilla mukana olleilla sovellusalueilla. Syynä on ollut useimmiten liiketoimintaintressin tai toimijoiden sammuminen tai puuttuminen.

Liikkuva työkone -ohjelmalla ei yksinään arvioida olleen merkittävää, havaittua vaikutusta tuotekehitys- tai innovointiprosesseihin. Ohjelmassa ei asetettu myöskään tähän suoranaisesti tähtäviä tavoitteita.

Välillisesti tuotekehitys- ja innovointiprosessiin oli vaikutusta kahdella tekijällä. Ensinnäkin ohjelmaan sisältyneellä simulointiprojektilla, joka avasi tien virtuaalisuunnitteluun. Toiseksi moniteknisillä ongelmanratkaisuhankkeilla, jotka havahduttivat niiden organisoimisen vaikeuksiin. Molemmissa tapauksissa Liikkuva työkone -ohjelman vaikutukset sellaisenaan jäivät ilmeisesti kuitenkin latenteiksi, pinnan alla vaikuttaviksi valmiuksiksi, joiden aktivoitumiseen tarvittiin uusia laukaisevia tekijöitä.

Edelleen, Liikkuva työkone -teknologiaohjelma oli ilmeisesti eräs tärkeä tekijä tietyin ammatillisen yhteisön synnyttämisessä. Tuota yhteisöä koossapitävänä liimana oli uusi, kertaluokkaa aiempaa korkeampi tavoitetaso, niin tuotteiden sisältämän älykkyyden kuin itse tuotekehitysmenetelmienkin suhteen. Viime mainitussa tajuttiin, että tulisi päästä nopeasti virtuaalisuunnittelua hyödyntävään tuotekehitysprosessiin. Tätä uutta tavoitetasoa, joka sekä yrityksissä, että tutkimusyksiköissä omaksuttiin, voitaneen hyvällä syyllä kutsua TYÖ-ohjelmassa luoduksi, sosiaalisen pääoman tärkeäksi rakenneosaksi.

## 2.2 Rapid 1996–1999

### Ohjelman tavoitteet, panostukset ja projektit

Tuotekehityksen tehostaminen valmistavassa teollisuudessa RAPID-teknologiaohjelma pyrki tehostamaan nimenomaisesti itse tuotekehitysprosessia. Se käynnistyi keväällä 1996 ja päättyi vuoden 1999 lopussa. Ohjelman koordinoimista vastasivat yhteistyössä Tekes ja Metalliteollisuuden keskusliitto MET (nyk. Teknologiateollisuus). Ohjelma oli varsin mittava ja sen kokonaisbudjetti oli noin 100 Mmk (17 M€).

Ohjelmassa toteutettiin 18 tutkimusprojektia ja noin 60 yritysprojektia. Näissä hankkeissa oli mukana kaikkiaan 16 eri tutkimusyksikköä ja noin 80 yritystä, joten sen kattavuus suomalaisessa teollisuudessa oli varsin hyvä. Yli puolet yrityksistä oli luettavissa pkt-ryhmään.

Ohjelman tavoitteet olivat teollisuuden ja MET:n linjaamia ja se näkyi niiden yritys- ja liiketoimintakeskeisessä sekä käytännönläheisessä muotoilussa:

- Yritysten toimintaedellytysten parantaminen tehostamalla tuotekehitysprosesseja
- Yritysten liiketoimintaprosessin kehittäminen tuotekehityksen näkökulmasta sekä muutosprosessin nopeuttaminen
- Tuotekehitykseen liittyvän infrastruktuurin kehittäminen, so verkottuminen ja sitä tukevan informaatiotekniikan hyödyntäminen
- Tuotekehitystä nopeuttavan teknologian kehitystyö ja käyttöönotto
- Teknologiansiirto yrityksiin, etenkin pkt-yrityksiin
- Yritysten keskinäisen ja korkeakoulujen sekä tutkimuslaitosten kanssa tehtävän yhteistyön lisääminen.

Ohjelmaa käynnistettäessä korostettiin kaikin tavoin, että ohjelma tähtää nimenomaan kokonaistehokkuuden lisäämiseen tuotekehitysprosesseissa. Edelleen korostettiin kyseisen prosessin kytkentää yritysten liiketoiminta-, tuote- ja teknologiastrategioihin, jolloin myös asiakas ja laatu läpäisevät kaiken toiminnan *arvoina*.

Näiden liiketoimintakeskeisten tavoitteiden ja lähtökohtien pohjalta määritettiin ohjelmalle – yhdessä korkeakoulujen kanssa – viisi sisällöllistä painopistealuetta:

1. Tuotekehitysprosessien tehostaminen
2. Tuotekehitystä tukevan tietotekniikan aiempaa laajempi hyödyntäminen
3. Tuotekehitystä tukevien prototyypitekniikoiden soveltaminen
4. Tuotteiston hallinnan parantaminen
5. Tuotetiedon hallinnan kehittäminen.

Ensin mainitulla painopistealueella haluttiin erityisesti keskittyä prosessiin kokonaisuutena. Sen tavoitteeksi asetettiin kehittää sellaisia työkaluja,

joilla tuotekehitysprosessista voitaisiin saada ketterämpi ja paremmin asiakastarpeista ohjautuva. Toisella painopistealueella haluttiin jatkaa jo pitkään yrityksissä toteutettua CAD-suunnittelua siirtymällä seuraavaan kehitysvaiheeseen: mallinnukseen, virtuaaliseen prototypointiin ja simulointityökaluihin, joiden avulla tuotekehitysprosessia voitiin olennaisesti nopeuttaa. Näiden avulla kyettiin myös aiempaa paremmin edistämään tuotteiden konseptisuunnittelua.

Kolmannella painopistealueella vertailtiin eri pikavalmistusmenetelmien mahdollisuuksia tuottaa tarvittavia prototyyppiä (Rapid Prototyping & Manufacturing). Kahden viime mainitun painopistealueen projekteissa pyrittiin kehittämään ratkaisuja tietokoneavusteisten menetelmien eskaloitumisen ja elinkaariperusteisten liiketoimintamallien synnyttämään uuteen haasteeseen, tuote- ja tuoteistotiedon hallintaan.

## Rapid-ohjelman vaikuttavuus

Rapid-ohjelma osui virtuaalisuunnittelun ja prototypoinnin osalta täydellisesti maalin keskelle sekä sisällön, että ajoituksen osalta. Tietojenkäsittelyn kapasiteettia oli nyt riittävästi jokaisella pöydällä, 3D-työkalut olivat varsin kehittyneitä ja Internet oli todellisuutta. Pikavalmistustekniikat olivat kehittyneet sellaisiksi, että prototyyppi voitiin ikään kuin ”printata” tietokoneesta ulos. Edellisten lisäksi muodostui merkittäväksi tekijäksi se, että opittiin nopeasti virtuaalisten prototyyppien hyödyntäminen asiakastarpeiden selvittämisessä, markkinointiviestinnässä ja kaikessa muussakin asiakaskommunikoinnissa.

Tuloksena edellisistä oli tuotekehitysprosessin ajallinen tyypistyminen aivan olennaisesti. Tuotteiden osumatarkkuus asiakastarpeisiin parani, samoin koneensuunnittelun laatu. Ensimmäisiä menestyksellisiä sovelluskohteita olivat mm. kaivoskoneiden porauspuomistot, puutavaran kuormatraktorin ja paperikoneen eräät osajärjestelmät. Rapid-ohjelman painotukset ja ajoitus olivat virtuaalisen prototypoinnin ja simuloinnin osalta erinomaisen onnistuneita ja hyödyt suomalaiselle teollisuudelle myös pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna erittäin suuret.

Tuote- ja tuoteistotiedon hallinnan (Product Data Management) osalta aika ei vielä ollut kypsä. Tarpeet tunnistettiin, mutta tarpeelliset työkalut olivat vielä kehittymättömiä. Ensisoveltajat huomasivat joutuneensa kokemattomien toimittajien koekaniineiksi. Tuloksena oli pettymyksiä, joka johti kyseisellä kehittämislohkolla pitkäkköön hiljaiseen kauteen. Tarve oli kuitenkin tiedostettu ja toimivan tuotetiedon hallintajärjestelmän kriteerit opittu.

Tuotekehitysprosessia kokonaisuutena kehittävät projektit, kuten esim. laatu-, palkitsemis-, kustannus- ja ideointilähtöiset hankkeet, eivät erityisesti herättäneet tai nostaneet teollisuuden tuotekehitystoimintaa uudelle tasolle. Ei onnistuttu kehittämään yritysten tuotekehitysprosessia kokonaiskehittämiseen tähtäävien projektien avulla. Ne spesifit edistymiset, joita saavutettiin virtuaaliprototypoinnissa ja simuloinnissa ovat kylläkin ajan myötä muokanneet tuntuvasti koko tuotekehitysprosessin vaiheistusta, tuottavuutta ja etenemisnopeutta. Prosessin kokonaiskehittäminen on ollut enemmän tai vähemmän hallittua toimintaa yrityksissä näiden uusien keinojen oppimisen yhteydessä.

## 2.3 Smart 1997–2000

### Ohjelman tavoitteet, panostukset ja projektit

Ohjelman pohjana oli noin vuoden kestävä intensiivinen valmistelu, jossa Metalliteollisuuden keskusliitto MET oli aktiivisesti mukana. Pyrittiin seläiseen ohjelmakokonaisuuteen, joka oli luonteeltaan voimakkaasti tulevaisuusorientoitunutta, skenaristista otetta stimuloivaa. Nimenomaan haluttiin painottaa tietotekniikan soveltamisen mahdollistamia älykkäitä tuoteominaisuuksia: modernit käyttöliittymät, monitorointi- ja diagnostiikkapiirteet, luotettavuus sekä näiden edellyttämät sulautetut ohjelmistot. Edelleen, haluttiin edistää simulointityökalujen hyödyntämistä monitekhnisten konejärjestelmien suunnittelussa.

Huomisen koneet ja järjestelmät Smart-teknologia-ohjelmasta muodostui pienehkö, budjetiltaan kaiken kaikkiaan runsaan 8 M€:n kokonaisuus. Ohjelmaan sisältyi 16 julkista tutkimusprojektia ja 11

yrittäjäprojekteja. Osallistuneita yrityksiä oli runsas 30 ja tutkimusyksiköitä kaikkiaan 15.

Smart-ohjelman julkiset tutkimusprojektit olivat:

- Käyttäjakeskeiset tulevaisuuden käyttöliittymät
- Tulevaisuuden käyttöliittymien kehittäminen ja sen tekniikat
- Potilasvalvontalaitteiden informaatio-ominaisuuksien toimintalähtöinen arviointi
- Monitorointi ja diagnostiikka
- Arvo- ja teknologiaskenaariot
- WorkPartner
- Reaaliaikaiset ohjelmistot
- Käyttövarmuuden kehittäminen
- Mekatronisten järjestelmien mallinnus ja simulointi tuotekehityksen ja kunnonvalvonnan tarpeisiin -kokonaisuus
- Taipumakompensoidun telajärjestelmän simulointi
- Työkoneen kulutusosien mallinnus
- Hissin mallinnus ja simulointi kunnonvalvonnan tarpeisiin
- Dieselkäyttöisen tahtigeneraattorin värähtely ja melu
- Vibroakustinen mallinnus ja simulointi
- Virtuaalinen testaus hydraulikäyttöisissä konejärjestelmissä
- Työkoneen matalataajuisen värähtelyn hallinta.

## Smart-ohjelman vaikuttavuus

Huomisen koneet ja laitteet Smart-ohjelma onnistui täysimääräisesti ja kirjaimellisesti yhden tuotealueen osalta. WorkPartner-projektissa todella luotiin ”huomisen konetta”, palvelurobotia. Tällä onnistumisella on ollut vaikutusta robotiikka-alueen tutkimusvalmiuksiin monella tavoin: Osaaminen, resurssit, innostuneet opiskelijat ja nuoret tutkijat sekä ulkoinen ja sisäinen uskottavuus, jota kansainväliset palkinnot ovat osaltaan vahvistaneet. Voidaan sanoa, että Smart-ohjelma nosti suomalaisen palvelurobotitutkimuksen maailmanluokkaan.

Merkittävää – ja valitettavan tyypillistä – kuitenkin on, että tutkimusmenestys ei ole syyttänyt suomalaisessa yrityskehittämisessä liiketoimintaintressiä. Et-sikkoaika on rajallinen. Ilman sovelluksia ja niiden tuomaa kiihdytettyä oppimista ja rahoitusmahdollisuuksia, voidaan tutkimuksessakin nopeasti taantua. ”Rollot” on saatava nopeasti kansainvälisiksi menestystuotteiksi.

Muilta osin Smart-ohjelman vaikutukset ovat ensisijaisesti olleet menetelmällisiä. Mallinnusta ja simulointia tutkittiin ja opittiin erittäin haastavissa, kokonaisjärjestelmiä koskevissa projekteissa. Näin suomalaisessa teollisuudessa tehtävälle ja syvenevälle virtuaalisuunnittelulle luotiin Smartissa entistä tukevampaa pohjaa.

Smartin useita tutkimusprojekteja leimasi tutkimuskeskeisyys siten, että soveltajayrityksiä ei ollut lainkaan mukana tai niiden lukumäärä ja/tai ohjausvaikutus oli hyvin rajoitettu. Tämä, yhdessä edellä mainitun menetelmäkeskeisyyden kanssa vaikutti siihen, että Smart ei synnyttänyt tulevaisuusajatteluun syyttävää, futurististen tuotteiden kantamaa pitkäaikaisvaikutusta teollisuudessa.

Smart-ohjelmassa oli sinänsä erinomainen pyrkimys ja myös erityinen projekti skenaaristisen ajattelutavan ja menetelmän sekä tiettyjen toimialojen skenaarioiden kehittämiseksi. Projektin vaikutukset jäivät kuitenkin pistemäisiksi ja isoideiksi, eivätkä ulottuneet paria poikkeusta lukuun ottamatta Smart-ohjelman muiden projektien toimintatapaan tai sisältöön. Tämä aiheutui aivan ilmeisesti projektien menetelmäkeskeisistä tavoitteista. Tuote- ja järjestelmäkeskeisissä projekteissa olisi skenaaristinen työtapo todennäköisesti tuottanut tuloksia, joilla olisi ollut merkittävä vaikutus myös pidemmällä aikavälillä.

## 2.4 Yhteenveto 1990-luvun ohjelmien vaikuttavuudesta

### Pitkän aikavälin vaikutuksia

Arviointimenetelmien kehittämisen kannalta mielenkiintoinen ja tähdellinen havainto 1990-luvun ohjelmien arvioinnista oli se, että tunnistettavissa ja tavoitettavissa oli lähes poikkeuksetta vain ”erinomaisesti tai hyvin” menestyneitä liiketoimintayksiköitä. Nopeat rakenteelliset reagoinnit heikkoon menestykseen näyttävät takaavan sen, että pidemmällä tarkastelujänteellä jäljelle jäävien liiketoimintayksiköiden markkina-asetat ja kannattavuus ovat yleensä vahvoja. Pelissä pitkään (5...10 vuotta) pysyneet ovat väistämättä voittajia.

Yksilöityjä vaikutuksia tarkastellen voidaan sanoa, että TYÖ-, Rapid- ja Smart-ohjelmien kiistatua merkittävin vaikutus koneenrakennusalan yritysten tuotekehitykseen ja koneensuunnitteluun on ollut mallinnukseen ja 3D-suunnittelumenetelmiin kytkettyvän virtuaalisuunnittelun ja simuloinnin tuominen alan käytännöksi. Tätä on tukenut pika valmistusmenetelmien tuominen mukaan prototyyppien tekemiseen. Näiden uusien osaamisten ja taitojen merkitys on ollut useimmille ohjelmissa mukana olleille yrityksille todella suuri. Tuotteiden kilpailukykyä on kyetty jatkuvasti vahvistamaan. Muutamissa tapauksissa esim. virtuaalisen prototypioinnin hallinta on muodostunut jopa kohdalokkaan tärkeäksi ajatellen tuotekehityksen säilymistä Suomessa.

Kun kaikissa arvioiduissa ohjelmissa johdonmukaisesti edistettiin virtuaalisuunnittelua ja simulointia, on perusteltua sanoa, että alalle muodostui näiden hankekokonaisuuksien tuloksena virtuaalisuunnittelun kulttuuri ja myös sitä kantava yhteisö. Tästä näkökulmasta katsoen kyseiset teknologiaohjelmat loivat osaltaan myös nk. sosiaalista pääomaa.

Tutkimustaholla ovat tarkasteltavat ohjelmat olleet ratkaisevalla tavalla vaikuttamassa kahden huipputyöyksikön syntyyn. TTY:n hydraulikkaan ja automaatioon keskittyvä IHA-yksikkö oli keskeisesti mukana Liikkuva työkone- ja Smart-ohjelmissa. Niissä toteutetuissa projekteissa luotiin IHA:an vahvaa, geneeristä osaamista sekä kasvatettiin varsin mittava tutkijajoukko akateemiselle puolelle ja soveltajajoukko yrityksiin. Samalla tavalla vahvistui TKK:n Automaatioyksikkö, jossa palvelurobotiikkaan tähtäävien WorkPartner-hankkeiden myötä luotiin kansainvälisesti arvostettuja ratkaisuja ja kasvatettiin innostunutta opiskelija- ja tutkijajoukkoa.

Kaikki arvioidut ohjelmat perustuivat sangen intensiiviseen ja kattavaan valmisteluvaiheeseen, joissa tarvearviointi tehtiin vahvassa teollisuusohjauksessa. Niinpä ei ole yllätys, että ohjelmien tavoiteasetanta ja ajoitus osoittautuivat täysin relevanteiksi ja kohdalleen osuneiksi. Näin tarkastellen ohjelmat myös muodostivat tietynlaisen jatkumon, tavoitteiltaan ja ajoitukseltaan kohtalaisen eheän ja sisäisesti johdonmukaisen kokonaisuuden.

### 90-luvun opetuksia Tekesille

Arvioinnin kohteena olleiden ohjelmien projektisalkut eivät täysin vastanneet – esim. Smartissa – ohjelman kokonaistavoitteita. Projektitasolla tavoitteet muuntuivat monesti liian tutkimustyöntölähdeiksi ja luonnollisesti joidenkin projektien toteutus enemmän tai vähemmän epäonnistui. Tästä huolimatta ohjelmat muodostivat kohtuullisella tavalla yhden kokonaisuuden.

Tämä nostaa mielenkiintoisella tavalla esiin valmisteluvaiheen tärkeyden olennaisena osana teknologiaohjelmaa. Ääritapauksessa saattaa olla jopa niin, että ohjelman valmisteluvaihe tuottaa suuremman lisäarvon toimialalle, sen yrityksille ja tutkimusyksiköille kuin projektien toteutus sinän-

sä. Jos valmisteluvaihe koostuu laajasta tiedonhankinnasta, intensiivisestä, monen keskeisestä vuorovaikutuksesta ja päättyy lopulta *yhteiseen näkemykseen* kehittämislinjoista ja prioriteeteista, se ohjaa jokaisen mukanaolijan toimintaa – käynnistyy teknologiaohjelma tai ei! Tämä on merkittävä seikka ajatellen Tekesin ohjelmatoiminnan kehittämistä. Tavoitteiden luonti- ja omaksumisprosessi on avainasemassa.

Toinen merkittävä havainto Tekesin ohjelmatoiminnan kehittämisen kannalta on se, että yritysten sisällä olevien *prosessien kehittäminen* voi olla ylivoimaisen vaikeata toteuttaa ulkopuolelta, esim. teknologiaohjelman avulla. Konsultointikokemukset ovat tuoneet ilmi prosessien melkoisen kehittämisvaikeuden yrityksen sisälläkin toimittaessa. Nimenomaan Rapid-ohjelma osoitti, että varmin tapa vaikuttaa prosesseihin lienee sittenkin välilli-

nen t. epäsuora. Tuodaan prosessin eri vaiheisiin konkreettisia työkaluja, esim. nopea prototypointi. Yritys itse sitten sopeuttaa ajan kanssa tai jättää sopeuttamatta prosessinsa uuteen työkaluun.

Merkittävänä, systemaattisena puutteena tarkastellussa 1990-luvun ohjelmakokonaisuudessa on tuote- ja tuotekonseptitasoisten *läpimurtojen lähes täydellinen puuttuminen*. Rapid-ohjelma ei niihin pyrkinytkään. Liikkuva työkonene -ohjelma kehitti teknologista osaamista ja parhaimmillaankin vain kriittisiä teknologisia ratkaisuja. Smart-ohjelma muotoutui vastoin ohjelman yleistavoitetta varsin menetelmäpainotteiseksi. Poikkeuksena oli Work-Partner, joka sinänsä olisi tarjonnut mainion alustan palvelurobotisovelluksen läpimurrolle, mutta soveltaja, liiketoimintaintressi puuttui. Myös tämä tuottaa kysymyksiä Tekesin teknologiaohjelmatoiminnan edelleen kehittelyyn.

## 3 Masinan väliarviointi 2004

### 3.1 Masinan valmistelu ja tavoitteet

Masina – Koneenrakennuksen teknologiaohjelma perustui verraten laajamittaiseen, Tekesin ja Metalliteollisuuden keskusliiton (MET) yhteistyönä toteutettuun valmisteluprosessiin, joka käynnistyi keväällä 2001. MET:n organisoimiin valmisteluvaiheen pohdintoihin osallistui Suomesta nelisenkymmentä tutkimustahon asiantuntijaa, noin kolmekymmentä teollisuusyritysten edustajaa sekä noin 30 edustajaa teollisuuden ja elinkeinoelämän järjestöistä. Yritysedustajista muutamat olivat pkt-yrityksistä. Suomen ulkopuolelta Tekes hankki mm. Finpron tuella tietoja noin 30:sta eri tutkimuslaitoksesta ja yliopistosta sekä muutamasta yrityksestä. Kohteet sijaitsivat neljässä eri maassa, Italiassa, Ranskassa, Saksassa ja Yhdysvalloissa.

Valmisteluprosessi toi voimakkaasti esille tarpeen koko toimialan nykyaikaistamisesta: ”On siirrettävä suomalainen koneenrakennus uuteen, palveluistuneeseen aikaan ja nostettava osaaminen tuoteknologioissa, tuoteratkaisuissa, tuotekonsepteissa ja tuotekehityksessä kärkitasolle maailmassa” Katsottiin tarpeelliseksi mm. ”kehittää kansainvälisesti korkeatasoisia tutkimusryhmiä ja niistä muodostuvia verkostoja sekä edistää maailmanluokan osaamiskeskittymien syntymistä”. Lisäksi kirjattiin tavanomaiseen tapaan tavoitteiksi kansainvälisen kilpailukyvyn parantaminen, liiketoiminnan synnyttäminen, pkt-yritysten osaamisen vahvistaminen ja kaikkinaisen koti- ja kansainvälinen verkottuminen. – Näiden erittäin mitattavien ja laaja-alaisen tavoitteiden saavuttamiseksi katsottiin tarpeelliseksi käynnistää tavallista pitkäaikaisempi, kuusivuotinen teknologiaohjelma vuosille 2002–2007, jonka rahoitustarve kokonaisuudessaan on noin 50 M€.

Valmisteluprosessin tueksi tuotettiin skenaarioita tulevasta toimintaympäristöstä erityisen KONE 2015 -projektin puitteissa. Tämän prosessin suunnittelusta ja vedosta vastasi Åbo Akademin IAMSR-yksikössä toimiva Corporate Foresight Group

(CoFi). Skenaarioprosessissa arvioitiin tulevaisuuden konejärjestelmien keskeisiksi asiakas-/käyttäjätarpeiksi:

- Elinkaaripalvelut ja -järjestelmät
- Käyttäjakeskeiset käyttöliittymät
- Turvalliset ja käyttövarmat koneet.

Edelleen, KONE 2015 -prosessissa arvioitiin, että mainittujen tarpeiden tyydyttäminen edellyttää seuraavien tutkimusalueiden korostamista tulevaisuudessa:

- Älykkäät koneet ja järjestelmät
- Koneiden tiedonsiirto
- Kevytrakenteiset ja kompaktit koneet
- Luonnon tavoin toimivat koneet
- Käyttöenergia ja kestävä kehitys.

Valmisteluprosessissa määriteltiin Masina-teknologiaohjelmalle neljä painopistealuetta:

1. *Älykkäät koneet ja järjestelmät*  
havainnointi-, päättely-, reagointi- ja kommunikointikyky  
käyttäjäystävälliset käyttöliittymät  
paikkariippumaton tiedonsiirto
2. *Elinkaaripalvelut ja järjestelmät*  
elinkaariperusteiset perusratkaisut  
maailmanlaajuisesti toimivat elinkaarijärjestelmät  
elinkaariperusteista t&k-prosessia tukevat menetelmät
3. *Kestävä kehitys ja käyttövarmuus*  
kestävän kehityksen energia- ja materiaaliratkaisut ja vastaavat suunnittelumenetelmät  
turvallisuutta ja käytettävyyttä lisäävät käyttövarmuusratkaisut  
tarpeen mukainen kunnossapidettävyyss vikasietoiset, sopeutuvat ja toipuvat rakenteet
4. *Edistykselliset rakenteet*  
konenopeutta ja -tarkkuutta lisäävät kevytrakenteet  
miniatyrisoidut rakenteet  
koneen rakenteiden värähtelyjen hallinta  
muotoilu.

Kokoavaksi ydinteemaksi määriteltiin ”konejärjestelmä – lisäarvoa asiakasprosesseihin”, jonka saavuttamiseksi *kokonaisuuden hallinta* ja moniulotteisen tuotekehitysosaamisen vahvistaminen katsottiin tärkeäksi nostaa avainrooliin. Tämä siksi, että konejärjestelmät koostuvat entistä enemmän poikkiteknisistä ratkaisuksista, jotka kehitetään ja valmistetaan entistä enemmän useampien toimijoiden muodostamassa verkostossa. – Valmistuksen ja tuotekehityksen erkaantuminen samanaikaisesti sekä organisatorisesti, että alueellisesti, on Masinan valmisteluvaiheen jälkeen edennyt kiihtyvällä nopeudella. Tämä kehitys on synnyttänyt aivan uudenlaisia haasteita tuotekehitysprosessin hallinnalle.

### 3.2 Masinan projektisalkku ja panostukset

Arviointihetken, kevääseen 2004 mennessä, oli Masinassa käynnistetty kaikkiaan 12 selkeästi erillistä tutkimushanketta (pl. jatkohankkeet) ja noin 50 yritysprojektia. Kokonaispanostus näihin hankkeisiin ylittää jo kirkkaasti koko ohjelma-ajalle suunnitellun 50 M€ johtuen nimenomaan yritys-hankkeiden suuresta volyymista. Ohjelma onkin muotoutunut hyvin yrityskeskeiseksi rahoitukselta valtaosan (yli 80 %) kohdentuessa yritys-hankkeisiin.

Ohjelman projektisalkku on painottunut rahamääräisesti, 26 M€ eli noin 40 %, ”älykkäiden koneiden ja järjestelmien” alueelle ohjautuen lähes kokonaisuudessaan yritys-hankkeisiin. Tämä, yhdessä yritysprojektien suuren lukumäärän (20 kpl) kanssa, indikoi laajalla rintamalla tapahtuvaa, suomalaisten koneenrakennusalan tuotteiden ”älylistämistä”. Sangen voimakkaasti Masinassa on panostettu myös ”linkaaripalvelujen ja -järjestelmien” kehittämiseen: 14 M€ (25 %). Kyseisen aihepiirin projektit ovat verraten mittavia, sillä tutkimusprojekteja on tällä painopistealueella käynnistetty kaksi ja yritysprojekteja kuusi eri hanketta. Hyvällä syyllä voitaisiin ehkä ”Hydrauliikan tarvelähtöinen kunnossapito” -tutkimusprojektikin lukea vielä tähän kategoriaan kuuluvaksi.

Lukumääräisesti arvioiden on tutkimusprojekteja käynnistetty eniten (6 kpl) ”edistyksellisten rakenteiden” muodostamalla painopistealueella. Näistä nimenomaan mikroteknologia-alueeseen osuvia tutkimushankkeita on neljä (4 kpl). Huomionarvoista on, että ”mikro”-teemaisia yritys-hankkeita on toistaiseksi käynnistetty vain yksi, mikä voi olla merkki siitä, että ”miniatyrisointi”-herätystä ei ole vielä tapahtunut. Tämä voi kuitenkin indikoida vakavampaakin liiketoimintaintressien puuttumista miniatyrisoitujen tuotteiden alueella. Suomalaisella teollisuudellahan ei ole järin vahvaa perinnettä tarkkuusmekaniikan sovellusalueilla. Kelloseppiä emme ole olleet ja työkaluvalmistuksen taitokin on ohuissa kantimissa.

Kysymyksiä herättää käyttöliittymiin keskittyvien hankkeiden pieni määrä. Jälkimmäiseen aiheeseen keskittyviä hankkeita on sangen niukasti, yksi tutkimushanke ja kaksi yritys-hanketta. ”Kestävän kehityksen” aihepiiriin kuuluvia hankkeita voi Masina-ohjelman projekteista tunnistaa kaksi kappaletta.

Tuotekehitysprosessin kehittämiseen keskittyviä tutkimushankkeita on yksi (1 kpl) samoin kuin yritys-hankkeitakin. Käynnistetty yritys-hanke on tavoitteeltaan sinänsä mielenkiintoinen, ”Läpimurtoinnovaatioihin pystyvän yrityskulttuurin synnyttäminen”, mutta ilmeisen pulmallinen yrityksen ulkopuolelta toteutettavaksi (ks. luku 2.4.). Arvioinnin ajankohtaan mennessä käynnistetyt *uudet* tutkimushankkeet valituilla painopistealueilla ovat:

1. Älykäs koneen ohjaus (Stadia)
2. Liikkuvien työkoneiden seuraavan sukupolven käyttöliittymä (TKK Automaatiotekniikan laboratorio)
3. Uuden sukupolven oppiva työkone / palvelu-robotti (TKK Älykkäiden koneiden ja erikoisrobotiikan instituutti)
4. Kirurgisen, interaktiivisen, MR-yhteensopivan robotin kehittäminen (OY, Konetekniikan osasto)
5. Toimirakenteet. (VTT Tuotteet ja tuotanto)
6. Mikromekaaniset komponentit ja laitteet (VTT Tuotteet ja tuotanto)
7. Beyond mini technologies (TTY Tuotantotekniikan laitos)
8. Värähtelyenergian hallinta uusien materiaali- ja rakennevaihtoehtojen avulla (VTT Prosessit)

9. Koneiden diagnostiikka ja etähallinta (VTT Elektroniikka)
10. Älykkään koneen tuoteprosessi (VTT Tuotteet ja tuotanto)
11. Hydrauliiikan tarvelähtöinen kunnossapito (TKK Koneensuunnittelun laboratorio)
12. Tulevaisuuden tuotekonseptit (TKK Koneensuunnittelun laboratorio)

### 3.3 Tutkimusprojektien arviointi

#### **Älykkäät koneet: Älykäs koneen ohjaus**

Projekti pyrkii parantamaan työkoneiden tuottavuutta, työturvallisuutta ja ergonomiaa. Projektissa pyritään lisäämään mallintamalla hydraulis-mekaanisen järjestelmän älykkyyttä siten, että haitalliset värähtelyt, työkoneen epävakaas ja rikkoutumisriski saadaan paremmin hallintaan. Projekti tuottaa langattomia ratkaisuja, simulointimalleja sekä menetelmiä rakenteiden ennakoivan kunnonvalvonnan tarpeisiin. Suunniteltu kokonaispanostus on noin 650.000 €.

Projektin tavoitteet ovat relevantteja ja sopivat erinomaisesti Masina-ohjelmakokonaisuuteen. Tähän mennessä projektissa on edetty suunnitelmien mukaan ja tulokset ovat olleet rohkaisevia.

Pulmana on tutkija- ja soveltajajoukon ohuus. Tutkimustieto kumuloituu lähinnä kahdelle väitöskirjatyötään valmistelevalle tutkijalle ja aktiivisia soveltaja- ja testiryhmiä on vain yksi.

#### **Älykkäät koneet: Liikkuvien koneiden seuraavan sukupolven käyttöliittymä**

Projektin tavoitteena on kehittää ja demonstroida futuristinen, oppiva käyttöliittymäkonsepti, joka perustuu työkoneen suoran ohjauksen sijasta nk. toimintatilaan sidottuun työtehtäväperusteiseen koneen ohjaukseen. Kehitettävät ratkaisut ovat sovellettavissa mihin tahansa liikkuvaan laitteeseen, jota ihminen vuorovaikutteisesti käyttää. Tyypillisiä sovelluskohteita ovat erilaiset liikkuvat työkoneet, tulevaisuuden palvelurobotit ja paikalliset

kulkuneuvot, jotka kaikki voidaan tavoiteltavan ratkaisun avulla muuntaa liikkuvaksi robottikoneeksi. – Projektin kokonaispanostus on noin 350.000 €.

Projektin tavoite on Masinan kokonaistavoitteiden kannalta mitä relevantteihin täyttäen sekä tutkimuksellisia, että opetuksellisia tavoitteita. Sen avulla voidaan vahvistaa nykytuotteiden kilpailukykyä ja luoda pohjaa aivan uusille tuotteille ja liikeideoille. Projektissa on edetty tyydyttävällä tavalla, mutta ongelmana on potentiaalisten soveltajajaritysten niukka osallistuminen hankkeeseen.

#### **Älykkäät koneet: Uuden sukupolven oppiva työkone**

Projektin tavoitteena on kehittää edelleen WorkPartner-robotin

- mekaanista rakennetta ja liikeohjauksen ohjelmistoa
- navigoinnin ja ympäristöhavainnoinnin kykyä
- ja käyttäjän sekä internet-palvelimen langatonta kytkentää
- valmiuksia erilaisten työtehtävien suorittamiseen
- energiaratkaisuja.

Projektin kokonaispanostus on noin 550.000 €.

Edellisen projektin tapaan tämäkin projekti on tavoitteiltaan suoraan Masinan ydintavoitteisiin sopiva. Epäilemättä se myös kiihdyttää sellaisenaan myös tutkimustyön etenemistä ja innostaa alan opiskelijoita. Voimakkaasti tutkimustyöntölähtöisenä projektina se uhkaa kuitenkin karkottaa potentiaaliset soveltajajaritykset ympäriltään.

#### **Edistykselliset rakenteet: Kirurginen, MR-yhteensopiva robotti**

Projektin tavoitteena on kehittää kirurginen, interaktiivinen, magneettiresonanssikuvauksen (MR) kanssa yhteensopivan robotin kliininen prototyyppi. Tavoitteena on tukea lähinnä aivojen kirurgisia operaatioita, mutta myös muut kehon osat voivat tulla kysymykseen. Tavoiteltavan robotin tulisi

olla mielellään niin pieni, että se voisi operoida ihmiskehon luonnollisista aukoista. Tällöin sovellus voisi olla esim. ihmiskehon sisälle menevä, aktiivinen lääkkeiden täsmäannostelija.

Projekti on ajoitukseltaan oikeaan osunut, herättävä ”perusopiskeluhanke”. Tavoitteet istuvat hyvin Masinan kokonaistavoitteisiin. Projekti on lupaava alkuvaiheen toteutukseltaan ja tuloksiltaan. Paradoksaalista sinänsä on se, että projektin tavoiteasettelu on ihanteellisen konkreettinen ja sovellushakuinen, mutta liiketoiminnalliset sovellukset eivät välttämättä muodostu Suomessa kovin mittaviksi.

### **Edistykselliset rakenteet: Toimirakenteet**

Projekti on puhdas tutkimuslaitoshanke, jossa ei ole varsinaisia yrityspartnereita lainkaan. Yritysnäkökulmaa edustaa johtoryhmässä yksi teollisuusyrityksen asiantuntija.

Projektin tavoitteena on kehittää ja demonstroida aktiivisten toimirakenteiden toteutuskonsepteja. Tarkoitus on luoda perusosaamista, jonka varassa myöhemmin voidaan suunnitella perusteiltaan täysin uudenlaisia, keveitä, suorituskykyisiä ja toimintavarmoja koneenrakennusalan tuotteita. Tällaisena tarkasteltava projekti soveltuu suoraan ”edistykselliset rakenteet” -painopistealueelle.

Projektin perusopiskeluluonteesta johtuen on verkottuminen kansainväliseen tutkimukseen sekä aktiivimateriaalitoimittajiin ensiarvoisen tärkeää. Projektissa onkin keskitytty juuri näihin aktiviteetteihin ja osaamisen kerryttäminen on käynnistynyt.

### **Edistykselliset rakenteet: Mikromekaaniset komponentit ja laitteet sekä Beyond Mini Technologies**

Näiden projektien tavoitteet ovat rinnakkaiset ja tukevat toisiaan. Kummassakin projektissa pyritään kehittämään koneenrakennuksen mikromekaniikkaa ja sen suunnittelua, jotta suomalaiselle teollisuudelle luotaisiin edellytykset käyttämään mik-

romekaanisia komponentteja tuotteissaan sekä miniatyrisoida ja jopa ”mikroistaa” tuotteitaan. Nämä tavoitteet sellaisenaan osuvat niin ikään suoraan ”edistykselliset rakenteet” -painopistealueen ytimeen. Ajoituksesta voidaan todeta, että on korkea aika hankkia suomalaiseen teolliseen osaamisperustaan myös näiden projektien tavoittelemaa osaamista ja yhteistyöverkostoa.

Kokonaispanostus näihin miniatyrisoinnin kehitystä mahdollistaviin projekteihin on yhteensä lähes 1,5 M€ jakautuen siten, että Mikromekaaniset komponentit ja laitteet -projektin volyymi on noin 100.000 € suurempi kuin Beyond-projektiin suunniteltu panostus.

Ensin mainittu projekti keskittyy selvittämään mikromekaniikan suunnitteluun, mitoittamiseen, valmistukseen ja kokoonpanoon liittyvät kriittiset osatekijät sekä laatimaan toimintamallit tuotannon suunnittelulle. Projektissa myös kehitetään ja pilotoidaan uusia konsepteja ja laitteita mikromekaniikan käsittelyyn, liittämiseen ja kokoonpanoon. Beyond-projektin spesifeinä tavoitteina on kehittää teknologiaa suurinopeuksiseen mikroosien käsittelyyn, joustavaan 3D-kokoonpanoon ja työkaluvalmistukseen sekä ultratarkkaan aseointiin.

Kumpikin mikromekaniikkaprojekti on luonteeltaan teknologiaa siirtävä. Tämän vuoksi kansainvälinen verkottuminen on kyseisissä projekteissa erittäin keskeinen yleistavoite. Tyydytyksellä voidaankin todeta, että alkuvaiheen toteutus ja myös tutkijoiden kansainvälinen verkottuminen on tarkasteltavissa projekteissa käynnistynyt suunnitellulla tavalla. Pulmana on ollut lähinnä yritysten yleinen passiivisuus Beyond-projektissa.

### **Elinkaaripalvelut ja järjestelmät: Koneiden diagnostiikka ja etähallinta**

Projektin tarkoituksena on sellaisten menetelmien ja järjestelmien kehittäminen prosessilaitteiden kunnossapitoon, että se mahdollistaa prosessilaitteiden toimittajien tehokkaan ja kannattavan after-sales-etäpalvelun tarjoamisen. Spesifinä tavoitteena on prosessilaitteeseen sulautetun, älykkäästi diagnostisoivan viantunnistus- ja identifi-

ointimenetelmän kehittäminen. – Projektin kokonaispanostus on noin 350.000 €.

Vaikka projektin tavoite tukee periaatteessa erinomaisella tavalla modernien liiketoimintamallien sisältämää huollettavuuspyrkimystä, on tavoitteiden tahdistus liiketoimintamallien kehittämiseen ollut soveltajayrityksissä melko vaivalloista. Tämä on johtunut lähinnä siitä, että loppukäyttäjien odotukset ovat laahanneet jatkuvasti suunnittelijoiden ja liiketoimintajohdon ajatusten jäljessä.

Alkuvaiheen eteneminen ja tulokset sinänsä ovat olleet suunnitelmien ja odotusten mukaisia.

## **Elinkaaripalvelut ja järjestelmät: Konemasina**

Tämä projekti on lähinnä hallinnollinen kokonaisuus, joka koostuu seitsemästä (7) työpaketista. Niinpä projektin kokonaispanostuskin on verraten mittava. Suunniteltu kokonaisvolyyymi on noin 3,2 M€. Projektin eri työpaketeilla on ensisijaisesti tuotekehitysprosessia tehostavia menetelmätaavoitteita, mutta myös tuotekeskeisiä kehittämistäavoitteita. Työpakettien tavoitteet ovat:

- Simulointipohjaisen tuotteen kehittämisprosessin tehostaminen
- Rakennekomponenttien dynaamisten ominaisuuksien määrittelymalli
- Simulointimenetelmä moniteknisten tuotteiden osajärjestelmien integrointiin
- Reaaliaikasiluottoreiden ja virtuaalitekniikoiden hyödyntäminen tuotekehityksessä
- Virtuaaliprototyyppiointia hyödyntävät käyttöpaikkamenetelmäpaketit
- Työkoneiden kunnonvalvonnan ja diagnostiikan menetelmien kehittäminen
- Todennäköisyyspohjaisten ja determinististen suunnittelumenetelmien kehittäminen turvallisuus- ja käyttösuunnittelussa.

Projekti on sisällöltään ja tilanteeltaan erittäin sekava – myös arvioitavaksi. Masina-ohjelmassa sen työpaketit ovat kuitenkin (Tutti-projektin ohella) ainoita, joissa tavoitteena on tuotekehityksen *menetelmien* kehittäminen. Sellaisena se puolustaa periaatteessa erittäinkin hyvin paikkaansa ohjelmakokonaisuudessa.

Projektin joidenkin työpakettien liikkeelle lähdössä on ollut melkoista hitautta, joka on saanut muutamit osallistujayritykset varsin epäileväisiksi odotetavissa olevista tuloksista ja hyödyistä. Yritysten epärointiä ja irrottautumisajatuksia on osaltaan luonut myös kyseisen projektin tutkimustyöntökeskeinen valmistelu- ja suunnitteluvaihe.

Myönteinen piirre tilkkutäkkimäisessä, tavoitteiltaan ja etenemiseltään kirjavassa projektissa on se, että mukana olevat henkilöt arvioivat tilanteen ko projektissa jatkuvasti paranevan. Tämän projektin muotoilu ja käynnistäminen nykytuotoisena voi pitää selkeästi hallinnollisena ja ohjauksellisena virheenä, joka tulisi korjata.

## **Kestävä kehitys ja käyttövarmuus: Hydrauliikan tarvelähtöinen kunnossapito**

Projektin päätavoitteena on kehittää menetelmiä hydrauliikan ennakoivaan kunnonvalvontaan. Yksityiskohtaisempia tavoitteita ovat mm. keskeisten komponenttien vikaantumismekanismien tunnistaminen, ulkoisten ja sisäisten vuotomekanismien selvitys ja vuotojen ehkäisy, kunnonvalvonnan tarvitsemien virtuaaliantureiden kehittäminen sekä mallipohjaisen, vian paikantavan kunnonvalvontamenetelmän kehittäminen keskeisille komponenteille.

Käyttövarmuuden parantamisen ohella istuvat tämän projektin tavoitteet yhtä hyvin myös Masinan ”elinkaaripalvelut ja -järjestelmät” -painopistealueen tavoitteisiin. Projekti on tavoitteiltaan näin ollen mitä relevantein Masina-ohjelman pyrkimysten kannalta. Projekti koostuu kahdesta varsin itsenäisestä yrityscaasesta, joista toinen on TTY- ja toinen TKK-vetoinen. Alkuvaiheen tavoitteet arvioidaan 80–90 %:n osuudelta saavutetuiksi.

Alkuvaiheen hidas liikkeelle lähtö ja projektin tietty, ”akateemismakuinen yleisyys” on koetellut osallistuvien yritysten kärsivällisyyttä: ”Meille on avainhenkilöidemme aika merkittävästi suurempi niukkuustekijä kuin tutkimuksen vaatima rahanpanostus”.

## ***Tulevaisuuden tuotekonseptit TUTTI***

Tämä projekti edusti konkreettisella tavalla Masina-ohjelmassa avainasiaksi määriteltyä *tuotekehitys-prosessin kokonaisuuden hallintaa*. Kaksivuotisen, kokonaispanokseltaan 700.000 €:n tutkimusprojektin tavoitteena oli luoda skenaarioiden pohjalta tuotekonsepteja. Skenaarioiden aikajännteeksi asetettiin 15–20 vuotta.

Työskentelyssä yhdistettiin tekniikan, muotoilun ja tulevaisuuden tutkimuksen tietämys ja asiantuntijat yhteiseen kuvitteluun ja suunnitteluun. Visuaalisoiduista tuloksista järjestettiin yleisölle avoin näyttely. Tulokset olivat mielenkiintoisia ja stimuloivia, samoin kokemukset käytetystä työskentelyprosessista olivat kauttaaltaan erittäin myönteisiä ja rohkaisevia. Tätä indikoi mm. se, että johtoryhmässä mukana olleet yritykset ovat halunneet käynnistää vastaavia prosesseja omilla tahoillaan. Projektissa itsessään ei ollut yrityscaseja.

Pulmana ja Masina-ohjelman jatkohaasteena on löytää käytännölliset keinot levittää Tutti-projektissa noudatettu, sinänsä onnistunut, mutta yrityksille melko raskas työtapo koneenrakennusalalle yleisesti. Tätä silmällä pitäen on Tutissa käytettyä prosessia kokonaisuutena selkiytettävä ja kevennettävä. Lisäksi skenaarioiden laadintamenetelmä kaipaa sellaista täydennysosaa, joka tukisi yleisten skenaarioiden jalkauttamista lähemmäksi omaa toimialaa.

### **3.4 Masinan arviointi kokonaisuutena**

Masina-ohjelman valmisteluprosessi toteutettiin pääpiirteissään sängen tarkoituksenmukaisella tavalla ja myös riittävän nopeasti. Erityisesti ulkomaisten asiantuntijoiden laajahko kuuleminen oli tähdellinen ja perusteltu osa valmisteluprosessia alan kehityksen murrosvaiheessa. Pohdinnoissa mukana olleista kotimaisista asiantuntijoista 40 % edusti tutkimustahoa, 30 % yritystahoa ja 30 % järjestö- yms. tahoa. Toivottavaa olisikin ollut laajemman ja edustavamman asiantuntijajoukon kuuleminen yrityksistä ja sieltä nimenomaan moni-

muotoisesta pkt-kentästä, josta nyt valmistelu-prosessiin osallistui vain muutama henkilö.

Yleiset tavoitteet on määritelty selkeästi ja perustellun haasteellisesti ottaen huomioon vallitseva taitekohta koko koneenrakennusalan globaalissa kehityksessä. Jonkin verran epäselväksi jää tosin yleistavoitteissa se perusjako, missä määrin halutaan tutkia ja kehittää *tuotteita & palveluja* ja, missä määrin itse tuotekehitysprosessia.

Tämä epäselkeys on heijastunut projektitasolle saakka siten, että kahdesta prosessin kehittämiseen tähtäävästä projektista toiseen, *Konemasina*-projektiin on hieman teennäisesti sullottu lähes kaikki prosessia tutkivat ja kehittävät hankkeet. *Tutti* muodostettiin fokukseltaan selkeästi *prosessin* kehittämishankkeeksi.

Masina-ohjelman projektisalkku on tietoisesti pyritty saamaan tasapainoiseksi valmisteluvaiheessa määriteltyjen painopistealueiden kesken. Tässä on kohtuullisesti onnistuttukin. Pulma on siinä, että itse painopistealueet eivät täysin vastaa ohjelman yleistavoitteita. Tämä lienee osin seurausta siitä, että painopistealueiden jäsentely on tehty jossain määrin epäloogisesti. Johdonmukaisemmalla otteella projektisalkun aukot olisivat välittömästi paljastuneet. Painopistealueiden määrittelemiseksi olisi tullut selkeästi määritellä ja erotella toisistaan:

1. Asiakkaiden ja loppukäyttäjien välittömät tarpeet, preferenssit ja odotukset
2. Edellisten edellyttämät teknologia-alustat
3. Teknologia-alustojen luomisen edellyttämät teknologiakehityksen osa-alueet

Olellisimmat asiakastarpeet ovat haastattelujen mukaan (vaihtelevin painoituksin) seuraavat:

- Kokonaistaloudellisuus tai tietoisesti valittu investointi/käyttökustannussuhde
- Toimitusnopeus ja toimitusvarmuus
- Helppo ostettavuus, käytettävyyys, opastettavuus jne.
- Käyttövarmuus
- Huollettavuus
- Kestävän kehityksen vaatimukset: optimoitu ekotase, jäljitettävyyys, kierrätettävyyys jne.

Tämä jäsenitys auttaa suoraan havaitsemaan mm. valmistettavuuden t. tuotettavuuden sekä käyttöliittymien ensiarvoisen tärkeyden. Nyt edustavat valmistettavuusteemaa ohjelman projektisalkussa vain – sinänsä perustellut – uudet mikromekaanikan valmistusmenetelmät. Käyttöliittymäteeman painoa voidaan pitää sen tärkeyteen nähden suhteettoman pienenä. Myös jakeluteknologiat (pakkaus, RFID-sovellukset jne.), joiden merkitys nykyisissä jakelukeskeisissä liiketoimintamalleissa korostuu jatkuvasti, nousevat näin tarkastellen kehittämissharkinnan kohteiksi.

Edelleen, loogisempi jäsentely nostaa esiin mm. laadun (*Design for Six Sigma*), modulaarisuuden ja teknologiahankinnan (*Supply Chain Management*) potentiaalisina panostuskohteina koneenrakennusalan nykyaikaistamiseen tähtäävässä Masina-ohjelmassa.

Muutamat haastatellut yritysedustajat kyseenalaistivat miniatyrisointiteknologioiden tärkeyden alan kehittämisessä. Tätä samaa indikoinee myös vähäinen yrityshankkeiden lukumäärä miniatyrisointiaiheissa. Tarvitaan aivan ilmeisesti näyttäviä menestystarinoita kyseisten teknologioiden soveltamisesta nykyisen tyyppisiin tuotealueisiin. Sen sijaan ”elinkaari”-teemaisten yritysprojektien määrää (6 kpl) voi pitää yllättävänkin pienenä, sillä lähes kaikki haastatellut arvioivat sen olevan markkinoiden ehdottomasti syvin ja vahvin muutostrendi.

Ohjelman tutkimusprojektien tuloksellisuutta ja vaikutuksia ei tässä vaiheessa voida vielä vakavasti arvioida projektien ollessa keskeneräisiä. Leimallista on kuitenkin ollut hitaahko liikkeelle lähtö useissa projekteissa sekä yritysten kokemaa voimakas ”tutkimus-push”, kun projekteja on käynnistetty. Tämä on saanut muutamat osallistujayritykset kärsimättömiksi ja osittain passivoituneita. – Sulautettuja ohjelmistoja tuottavia yrityksiä Masinassa on mukana niukemmin kuin olisi alan tulevaisuuden kannalta suotavaa. Tähän lienee pääasiallisena syynä kuitenkin koko asianomaisen yrityskannan pienuus.

Jatkuvasti voimistuva yritysten passivoitumisilmiö on vakavasti otettava signaali, sillä yleisesti ottaen sekä yritysten lukumäärä, että niiden rooli on liian heikko Masinan tutkimusprojekteissa. Tilanne on hämmentävä: projektit ovat tutkimustyöntöisiä, mutta eivät kuitenkaan niin kiinnostavia haasteita, että yritykset tulisivat uteliaiksi. Tällöin sovelluspuolelta tulevat vaatimukset ja ideat eivät riittävän voimakkaasti fokusoi eivätkä kiihdytä tutkimusprojektien etenemistä. Olisi löydettävä uusi tasapaino, jossa tutkimushaasteet ovat niin korkeatasoisia ja houkuttelevia, että yritykset haluavat tulla niihin aktiivisesti mukaan. Teknologiaohjelmien sisällä onkin havaittavissa kasvava kuilu, jota kuvataan ”kulttuurikuiluksi yhä niukemmin mitoitettujen yritysten t&k-resurssien ja toivottoman hitaasti toimivien yliopistojen yksiköiden välillä”.

Tutkimusprojekteissa on asetettu selkeitä verkottumistavoitteita kotimaassa ja kansainvälisissä yhteyksissä. Näiden tavoitteiden mukaan on myös toimittu ja projekteissa ollaan yleisesti ottaen veraten tyytyväisiä verkottumisen käynnistymiseen. Silmiinpistävää on kuitenkin se, melkoisen vaatimaton tavoitetaso, joka erityisesti tutkimuksen ja tutkijoiden kansainvälistymiselle asetetaan. Mikäli tutkimusta esitellään parissa kansainvälisessä konferenssissa ja tulokset julkaistaan arvostetussa kansainvälisessä julkaisussa, ollaan jo melko tyytyväisiä ”kansainväliseen verkottumiseen”. Jos tämän lisäksi vielä yksi tutkija viettää vaikkapa 6 kk ulkomaisessa tutkimuslaitoksessa tai osallistuu vastaavaan EU-hankkeeseen, niin ”verkottuminen on aivan erinomaista”. Tämä ei selvästikään enää vastaa yritysten syvenevään kansainvälistymiskäytökseen. Tutkimuksen ja tutkijoiden kansainvälistyminen on nostettava aivan uudelle tasolle.

Masina-ohjelman ohjausta, hallinnointia, vuorovaikutusta ja ilmapiiriä pidettiin erittäin hyvänä. Seminaarisarjat ja opintomatkat ovat olleet aihepiiriltään osuvia ja erinomaisesti toteutettuja. – Ainoina hallinnointiin ja ohjaukseen liittyvinä miinuksina on todettu *Konemasinan* keinotekoisuus yhtenä projektina sekä joidenkin ohjelman johtoryhmän jäsenten passiivinen osallistuminen.

## 4 Tuleva liiketoimintaympäristö

### 4.1 Muutosvoimat ja teollisuuden muuttuvat rakenteet

#### Muutos muutoksen ajovoimissa

Tavoiteltu globalisaatiokehitys on asteittain voimistuen jatkunut jo pitkään. Ne, verraten riippumattomat primäärivoimat, jotka ajavat globalisaatiokehitystä ovat:

- Vapaasti yli rajojen liikkuva ja yhä kärsimättömämmäksi käynyt pääoma
- Kilpailulle avautuvat yhä uudet toimialat ja maat
- Kilpailun avaamiseen yleensä (ei välttämättä) kytkeytyvä yksityistäminen
- Yhä uusia, alhaisten yksikkökustannusten maita liittyä mukaan
- Uuden teknologian nopeutuva diffuusoituminen eri sovellusalueille
- Vaikeutuva energia- & ympäristötodellisuus ja normisto.

Viime vuosiin saakka on alhaisten yksikkökustannusten maita tasaiseen tahtiin liittynyt yhä todellisemmaksi käyvän kansainvälisen vapaakaupan piiriin: Asian ”tiikerivaltiot”, siirtymätaloudet Neuvostoliiton romahdettua, EU:n uudet valtiot, Meksiko NAFTA:n myötä jne. Joissakin näistä maista on ollut suhteellisen korkea koulutustaso, joissakin ei. Jotkut mukaan tulleista maista ovat olleet markkinana pieniä, jotkut hieman suurempia, kuten esim. Etelä-Korea ja Puola.

Nyt on muutosvoimiin tullut uusi lisäpiirre. Eroavuutena aiempiin kehitysvaiheisiin on se, että mukaan on tullut uusina, alhaisten yksikkökustannusten alueina kaksi sellaista valtiota, Kiina ja Intia, jotka ovat myös kaksi potentiaalisesti suurinta markkina-alueita. Tämän lisäksi ne ovat kokonaispopulaationsa ylivertaisesta määrästä johtuen välittömästi myös suuria, ellei suurimpia resursi-/osaamislähteitä.

### Muutosvoimien rakenteelliset vaikutukset

Kuvattujen ajovoimien vaikutukset teollisuuden rakenteisiin ovat olleet selvästi nähtävissä erityisesti koneenrakennusosalalla. Sen eri toimialat ovat globalisaation kaikissa kehitysvaiheissa olleet ensimmäisten kansainväliselle kilpailulle avattujen alojen joukossa. Näin on ollut myös Suomessa EFTA:an liittymisestä alkaen. Uudelle rakenteelliselle dynamiikalle on tunnusomaista:

- Oligopolistista tilannetta kohti etenevä konseptiyritysten konsolidoituminen (kiihtyvästi)
- Konseptiyritysten jälkeen konsolidoituvat myös osajärjestelmien ja komponenttien toimittajat
- Verkottunut toimialarakenne (arvokonstellatit)
- Yritysten nopeat kasvut (nousukierteet)
- Yritysten nopeat putoamiset (laskukierteet)
- Runsas ”aluskasvillisuus” eli paljon potentiaalisia, uusia yritystämiä.

Kuvatun dynamiikan omaavassa teollisessa arkkitehtuurissa menestyminen edellyttää yrityksiltä:

- Kykyä ja resursseja tase- ja kasvukeskeiseen kilpailuun liiketoiminnallisen kilpailun rinnalla
- Keskimäärin korkeamman riskitason hyväksymistä
- Taitavaa teknologian hankintaa, joka kohoo etenkin vakioituneilla toimialoilla omaa t&k-toimintaa tärkeämmäksi (”Olemme insinööritoimiston ja teknologian tukkukaupan yhdistelmä”).

### Vaikutukset teollisuuden alueelliseen sijoittumiseen

Ajankohtainen kysymys kaikissa teollistuneissa maissa on se, mitkä *liiketoiminnalliset* tekijät vaikuttavat teollisuusyritysten tuotanto- ja palveluyksiköiden sekä suunnittelu-, tuotekehitys- ja pääkonttoritoimintojen alueelliseen sijoittumiseen. Vastaus riippuu tietysti toimialasta ja sen kehitysvaiheesta. Yrityshaastattelujen mukaan niiden eri

toimintojen maantieteellisen sijoittumisen reuna-  
ehtoina vaikuttavat:

- Tuotteen ”kilohinta”
- Tuotannon kokonaisvolyymi
- Tuotannon sarjakoko
- Tuotesyklarit nopeus
- Tuotteiden teknologiaintensiivisyys
- Tuoteryhmän vakioituneisuus (”kypsyys”).

Näiden reunaehtojen puitteissa yritysten eri toiminnoilla on omat yleiset kriteerinsä arvioida eri maantieteellisten alueiden kiinnostavuutta. Lisäksi kyseisillä toiminnoilla on tietyksi kytkentätarpeita myös keskenään. Unohtaa ei myöskään sovi omistuksen ja omistajien roolia, ”omistuksella on väliä” eri toimintojen sijoittamispäätöksissä. Ymmärrettävästi voimakkain kytkentä omistuksella on pääkonttoritoimintoihin.

Maantieteellisen sijoittumisen osalta tässä arvioinnissa keskitytään vastaamaan nimenomaisesti kysymykseen: *Jos tuotantotoiminnot siirtyvät Suomen ulkopuolelle, niin mikä vaikutus sillä on tuotekehitys- ja tuotesuunnittelutoiminnan sijoittumiseen?* Erityisesti: miten nk. Kiina-ilmiö vaikuttaa suunnittelu- ja kehitystoiminnan sijoittumiseen?

Haastattelujen mukaan näyttäisivät koneenrakennusalan yritysten sijoittumispäätöksiä ohjaavat *liiketoiminnalliset* perusteet olevan yllättävänkin selkeitä: Esitetyt perusteet on kiteytettävissä seuraaviin teeseihin:

1. Mikäli kyseessä on *kapeaa, rajattua osaamista* vaativa tuotanto-, suunnittelu-, palvelu- tai tutkimus(!)-toiminto, se on ajan myötä vääjäämättä siirrettävä (tai perustettava) alhaisimpien yksikkökustannusten alueelle. Tämä siirto ei välttämättä vaikuta muiden toimintojen sijoittumiseen.
2. Kysyntäpotentiaalinen ja/tai kysynnän kasvunopeuden suhteen suurelle (pää)markkinalle on siirrettävä (tai perustettava) ainakin jokin osa tuotannosta ja asiakaspalvelusta, joko logistisista tai markkinasyistä. Viime mainituista todettiin useimmin markkinauskottavuus, asiakastarpeiden parempi tuntemus (palaute!) tai poliittinen pakko.

3. Tuotekehityksestä ainakin tietyn osan on sijaittava päämarkkinassa. Päämarkkinoilla kertyvä väistämättä olennaista, *integraavaa osaamista* (asiakkaat, käyttäjät, jakelukanavat, kilpailijat), joka on arvokkainta osaamista ja on saatava tuotekehityksen haltuun.
4. Mikäli tietyn tuotteen valmistus *kokonaisuudessaan* erkautetaan maantieteellisesti tuotekehityksestä ja -suunnittelusta, pystytään riittävä suunnittelu- ja kehitysoasaaminen kyseisissä tuotteissa säilyttämään haastateltujen yritysten kokemusten mukaan 2...5 vuotta. Tämän vuoksi on varauduttava siirtämään ainakin osa tuotekehitys- ja suunnittelutoiminnasta hyvissä ajoin tuotannon yhteyteen.
5. Tuotekehityksen ja (proto-)pilottivalmistuksen on sijaistava lähemmäs etenkin nopeasyklisillä ja/tai teknologiaintensiivisillä ja/tai ei-vakioituneilla toimialoilla ja/tai pienten sarjojen aloilla.

Useimmat haastatellut korostivat globalisaatiokehityksen tarjoamia, yhä parempia mahdollisuuksia kasvattaa liiketoimintaa. Näiden avautuvien mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää kuitenkin ”aktiivista sopeutumista globalisaatioon, sitä myötäkarvaan silittäen”. Tällöin sijoittumispäätöksiä tehdään juuri edellä listattujen päätöskriteerien mukaan.

Eräänlaisena ”välituloksena” tapahtuvasta kehityksestä päädytään useilla liiketoiminta-alueilla rakenteeseen, jossa suomalaiset juuret omaavalla yrityksellä tyypillisesti

- on Suomessa vain proto-/pilotti-/nollasarjavalmistusta
- yhtä Suomessa toimivaa t&k-henkilöä kohden
- on yksi t&k-henkilö Suomen ulkopuolella
- 2...3 tuotanto-, service-, yms henkilöä Suomen ulkopuolella.

Rakenteen muuttuessa tapahtuu siis Suomesta katsoen tuotekehitys-, tuotanto- ja huoltopalvelutoiminnoissa suhteellista toiminnan pienenemistä. Tämä menetys voidaan ja tulee korvata absoluuttisen toimintavolyymin kasvulla, jonka samainen globalisaatiokehitys mahdollistaa.

Sellaisten yritysten ja liiketoimintayksiköiden, joiden ”lead market” sijaitsee Suomessa tai lähialueella ja/tai joiden markkinat ovat hajautuneet tasaisesti ympäri maailmaa, on tarkoituksenmukaista säilyttää ainakin vaativin osa tuotannosta ja tuotekehityksestä kotimaassa. Jos näissä tapauksissa vielä proto-/pilottivalmistuksen ja tuotekehityksen kesken tehdään intensiivistä yhteistyötä, on tilanne sijoittumisen osalta varsin vakaa. – Siirron tarve Suomesta voi tällöin syntyä lähinnä vain omistuksen/omistajien muuttuvan sijoittumisen seurauksena.

Yhdeksi tärkeimmäksi tekijäksi, eräänlaiseksi ”yleisliimaksi”, joka pitää tuotekehityksen ydintä Suomessa, haastateltavat nostivatkin korkeatasoisen proto-/pilottivalmistuksen. Tämän katsottiin edellyttävän paitsi osaavaa mallinnusta, myös uusien valmistustekniikoiden ja yleensäkin valmistettavuuden hyvää tuntemusta.

## Kiina-ilmiö

Valtaosa haastatelluista yritysedustajista totesi, että heidän yritystensä (ja niiden kilpailijoiden) päämotiivina on ollut *läsnäolo suuressa tai jopa päämarkkinassa* (eivät alhaiset tuotantokustannukset, alhaisista yksikkökustannuksista puhumattakaan), kun on siirretty tai uusperustettu valmistustoimintoja Kiinaan. Tämä on myös tuotekehityksen kannalta merkittävä tieto. Oletettavasti yhä useammat yritykset tulevat siirtämään (tai uusperustamaan) myös osan tuotekehitystoiminnoistaan Kiinaan, koska se on, tai sen tulkitaan olevan varsin monen tuoteryhmän päämarkkina.

Aluksi toimintoja nimenomaisesti *siirretään*, mutta myöhemmin kehitys tapahtuu huomaamattomasti, ”lost opportunity” -logiikan mukaisesti, Kiinaan tehtävän uusperustannan muodossa. Tällöin muutos näkyy vain tilastoissa, alhaisena investointitasona, ellei volyymien kasvulla kyetä kompensoimaan rakenteiden muutosta.

Merkittävä osa haastatelluista arvioi myös, että heidän tuotealueellaan Kiinassa tullaan erittäin nopeasti kehittämään tarvittavia *kapean osaamisen/tiedon* valmiuksia. Kyseinen kapea osaaminen voi olla joko tuotantoon tai tuotteisiin liittyvää, mutta nimenomaan myös ”kapean alueen syvääkin tutkimustietoa”, jota Kiinassa voidaan myös tuottaa alhaisilla yksikkökustannuksilla. Tässä yhteydessä muistutettiin myös siitä, että kaikkinaisen kopiointi, niin tuotteisiin, tuotantomenetelmiin kuin tietoonkin liittyen, osataan Kiinassa nopeasti, taitavasti ja keinoja kaihtamattomasti: ”IPR on tuntematon käsite käytännössä”. – Sen sijaan arvioitiin yleisesti, että *integroivan osaamisen/tietämyksen* hankinta, omaksuminen ja soveltamiskyky tulee viemään kiinalaisilta yrityksiltä vielä useita vuosia.

Johtopäätöksenä yritysedustajien haastatelluista voi todeta, että nk. Kiina-ilmiö synnyttää tietyn ”piikin” sinänsä kauan jatkuneessa globalisaatiokehityksessä. Pysyvämmän tai tilapäisemmän lisääntyä tuotannon ja myös tuotekehitystoimintojen osittainen siirtyminen tai uusperustanta Kiinaan kiihdyttäen osaltaan teollisuuden rakenteiden uudelleen muotoutumista. Kussakin pienessä maassa (markkinassa) tuotannon ja tuotekehityksen työpaikkojen ”suhteellinen menetys” voidaan ja tulee korvata sillä liiketoiminnan absoluuttisen volyymin lisäkasvulla, jonka Kiina-ilmiö ja globalisaatiokehitys yleensäkin synnyttää.

Haastatelluissa todettiin vielä, että pienenä, syrjäisenä markkinana Suomesta pois päin tapahtuvat siirrot ovat yleensä *palautumattomia muutoksia*, sillä omistus ja/tai markkinat eivät pääsääntöisesti toimi Suomeen päin vetävinä tekijöinä. Tällä haluttiin korostaa omistuksen sijainnin merkitystä.

## 4.2 Tuotekehityksen ja koneensuunnittelun uudet haasteet

### Menestymisen edellytykset uudessa tilanteessa

Varsin yksituumaisesti yritysten edustajat totesivat, että lähtökohdana teollisessa liiketoiminnassa menestymiselle on sen ymmärtäminen, että *teollisen toiminnan paradigma* on muuttunut viime kädessä *suoritteita/palveluja* kehittäväksi, tuottavaksi ja myyväksi toiminnaksi. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että yhä määrätietoisemmin pyritään kehittämään nimenomaan innovatiivisia ja menestyksellisiä *liiketoimintamalleja*, ei välttämättä innovatiivisia tuotteita sinänsä. Tästä puolestaan seuraa se, että erottelevia kilpailuedun lähteitä pyritään pääsääntöisesti rakentamaan liiketoimintamallin muiden elementtien kuin ”oman teknologian” varaan. Näin ollen teknologian suhteen pyritään tukeutumaan yleisesti saatavilla oleviin perusratkaisuihin, joita siis kilpailijatkin todennäköisesti käyttävät. Teknologiaperusteista erottuvuutta (differointia) koetetaan jopa erityisesti välttää. Tämä on vahva indikaatio paradigman muutoksesta.

Johdonmukaisesti tämän lähtökohdan kanssa haastatteluissa kävi ilmi, että koneenrakennusalan eri liiketoimintalohkoilla on eräänlainen arkkitehtoninen, *integraiva osaaminen* muodostunut kaikkein arvokkaimmaksi koneensuunnittelun ja tuotekehityksen osaamiseksi. Integraivan osaamisen

- merkitys liiketoiminnan kehitystyössä on aivan keskeinen
- hankinta ja luominen vaatii pitkäjänteistä ponnistelua
- nopea siirtäminen alueelta toiselle on lähes mahdotonta (ellei siirretä kaikkia ao. henkilöitä)
- oppiminen vaatii hyvää peruskoulutusta ja kokemusta sekä sitoutumista ja innostuneisuutta alaan.

Koneensuunnittelun ja tuotekehityksen Suomessa menestymisen yksi, mitä ilmeisin perusedellytys

onkin se, että yrityksillä on hallussaan integroivaa osaamista. Tämä osaaminen tarkoittaa sitä, että suunnittelu- ja kehitystyössä hallitaan usean eri ulottuvuuden muodostama, varsin kompleksinen kokonaisuus:

- Sovelluskohde ja markkina
- Oma liiketoimintaintressi ja liiketoimintamalli (ansaintamalli!)
- Oma tuotejärjestelmä
- Valmistettavuus / tuotettavuus
- Muotoilu (ergonomia, käytettävyys, Design Management).

Integroiva osaaminen yrityksen *prosessina* merkitsee siis kehiteltävän tuoteratkaisun osalta

- yhtäaikaista, kaikkien ulottuvuuksien suunnasta tulevien vaatimusten integroimista (”linking!”)
- suunnittelu- ja kehitystyön saumatonta siirtymistä (”linking”!) vaiheesta toiseen ”nopeasti ja niin, että viestikapula ei putoa”
- tiimityötä ja sitä tukevia palkitsemis- ja johtamismenetelyjä.

Integroiva osaaminen *kompetensseina* merkitsee sitä, että tuotekehitystiimin jäsenillä on toimialakohtaisen erikoistietämyksen ohella hallussaan ja/tai kyky nopeasti hankkia

- moniteknistä osaamista (erityisesti ICT-pohjaiset palveluteknologiat)
- erilaisten (uusien) materiaalien sovellusosaamista
- (uusien) valmistustekniikoiden tuntemusta
- tuotettavuuden ja laadun hallinnan osaamista
- mallinnus-/virtuaalisuunnittelun osaamista
- käyttäjäturvallisten ja käyttäjäturvallisuuden sopivien käyttöliittymien suunnitteluosaamista
- sulautettujen ohjelmistojen integroinnin osaamista
- teknologiahankinnan ja -suojauksen osaamista
- skenaariotyöhön perustuvan tuotekonseptoinnin osaamista
- liiketoiminnallista perusosaamista ja asennetta (!)
- kansainvälisen toiminnan valmiuksia
- tiimityökykyä, sillä yllä lueteltu osaamiskokonaisuus voi olla vain tiimillä.

## Uudet haasteet koulutukselle

Edellä olevat vaatimukset ovat sellaisenaan myös suora haaste koneensuunnittelijoiden ja tuotekehittäjien koulutuksesta vastaaville instituutioille. Olennaisinta on kyky ja halu työskennellä tehokkaasti monialaisen, monitaustaisen ja monikulttuurisen tiimin jäsenenä siten, että kykenee integroimaan oman erityisosaamisensa tiimin muiden jäsenten osaamisiin.

Haastatteluissa teollisuuden edustajat totesivat, että tämän ohella ”hyvän koneensuunnittelijan perusvalmiuksiin pitää aina sisältyä mm. hyvä tuntuuma käytäntöön (harjoittelu!), mallinnuksen mahdollisuuksien ja rajoitusten ymmärtäminen, tehokkaiden suunnittelumenetelmien ja projektitoiminnan osaaminen sekä kommunikoinnin perustaidot (”acceptance finding”) ja harjaannus kansainväliseen verkostoitumiseen”.

Tämän arviointiprosessin kuluessa kävi ilmi, että Teknillisessä korkeakoulussa ja teknillisissä yliopistoissa on sängen hyvin tiedostettu mainitut

teollisuuden vaatimukset. Erinomaisia tuloksia on saatu monialaiseen ja tiukasti projektoituun tiimitoimintaan valmentamisesta, sekä design-kytkentäisestä tuotekonseptoinnin opiskelusta Teknillisen korkeakoulun ”Product Development Project”-kurssissa. TTY:ssä on onnistuneesti yhdistetty tuote- ja tuotettavuuskoulutus. LTY:ssä on saatu hyviä tuloksia mm. koulutuksen kansainvälistämisestä ja OY:ssä yhteistoimintamalleista teollisuuden kanssa.

Pulmaksi on noussut kuitenkin jatkuvasti heikenevä oppilasaines sekä sitoutuminen ja etenkin jatkuvasti aleneva matematiikan perusosaaminen ja oppimiskyky. Tämä on erityisen vakava ongelma siksi, että oletettavasti Suomessa on tulevaisuudessa tarvetta ja työtilaisuuksia ensisijaisesti *integraalivalle osaamiselle ja mallinnusperusteiselle virtuaalisuunnittelulle*. Valitettavasti juuri nämä asettavat erityisen haastavia vaatimuksia sekä osaamiselle, mm. numeeristen menetelmien hallinnalle, että alaan sitoutumiselle. On sanottu, että teknologiatehityksen perälauta vuotaa. Koulutuksen rautuminen on alkanut.

# 5 Yhteenveto

## 5.1 Ohjelmien vaikuttavuus

Yleisesti ottaen Masina-ohjelma jatkaa sekä ajoituksestaan että sisällöltään varsin hyvin ja perustellusti 1990-luvulla toteutettua koneenrakennuksen ja tuotekehityksen teknologiaohjelmien ketjua; Liikkuva työkone, Rapid ja Smart. Jotta Masina täyttäisi sisällöllisesti paikkansa tässä mittavassa ohjelmien kokonaisuudessa myös jatkonsa osalta, tulisi sitä suunnata vuosina 2005–2007 joiltakin osin uudelleen (ks. kohta 5.2.). Masina on vastaan-  
nut juuri oikealla hetkellä alan yritysten kohtaamiin, markkinoiden ja globalisaatiokehityksen luomiin haasteisiin. Oikea ajoitus yhdessä yritys-keskeisesti toteutetun panostuksen kanssa näyttävät vaikuttavan nopeasti ja merkittäväällä tavalla alan yritysten tuotteiden ja liiketoimintamallien uudistumiseen. Toimintaympäristön lähes murrenomainen muutos puoltaa myös mittavia panostuksia juuri nyt, sillä näivettyvät tai uloslu-  
putettavat liiketoiminnot eivät todennäköisesti palaudu.

Masinan osalta on todettava valmisteluvaiheen onnistunut rooli ohjelman aktiivisena osana. Mukana valmisteluvaiheessa oli riittävästi 1990-luvun ohjelmia valmistelleita asiantuntijoita ja näin ohjelmien tietty johdonmukainen eteneminen on saatu varmistettua. Voidaan myös sanoa, että jo Masinaa käynnistettäessä sekä kapitalisoitiin, että myös vahvistettiin aiemmin luotua sosiaalista pääomaa, tiettyä yhteisöä, sen yhteistä näkemystä ja sitoutumista. Masinan projektit hyödyntävät edellisissä ohjelmissa, etenkin Rapidissa herätettyä ja vahvistettua virtuaalisuunnittelun osaamista ja kulttuuria. Samoin hyödynnetään edellisten ohjelmien myötävaikutuksella synnytettyjen vahvojen tutkimusyksiköiden, etenkin TTY/IHA:n ja TTK/Automaation, tutkimusvalmiuksia.

Nyt Masina-ohjelman volyymillinen painopiste on selkeästi tuotteissa/palveluissa, joissa on menossa ”valtakunnallinen”, laaja ja intensiivinen älykkyyden lisäämisvaihe. Tätä heräteltiin Liikkuvat työkoneet -ohjelmassa ja sille luotiin vahvempaa menetelmällistä osaamis pohjaa Smart-ohjelmassa. Samoin Masinassa jatketaan elinkaaripohjaisten tuotteiden/liiketoimintamallien kehittämistä, joka niin ikään herätettiin Liikkuvat työkoneet -ohjelmassa ja, jota jatkettiin myöhemmin Smart-ohjelmassa.

Käytettävyys- ja käyttöliittymähankkeet käynnistyivät takellellä Smart-ohjelmassa, eivätkä ne Masina-ohjelmassakaan ole suurella volyymilla mukana. Edistysellisten rakenteiden tutkimuksessa ja kehittämisessä on Masinassa loikattu kevytrakenteista täysin uusiin haasteisiin, miniatyrisoinnin teknologioihin.

Masinan tutkimushankkeissa panostetaan myös tuotekehitys*prosessin* kehittämiseen, mutta varsin kohdistetusti, lähinnä simulointivalmiuksia kehit-  
tään. Tutti-projektissa paneuduttiin tuotekehitys-  
prosessin alkuvaiheeseen, tuotekonseptoinnin vai-  
hetta tutkien, kokeillen ja kehittäen. Masinassa ei siis tähdätä eksplikoidulla tavalla tuotekehitys-  
prosessin, eikä liioin innovointiprosessin tutkimiseen ja kehittämiseen kokonaisuutena. Rapid-ohjelmassa saatujen kokemusten mukaan siihen ei ilmeisesti ole syytäkään pyrkiä. Yritysten sisäisten prosessien kokonaiskehittäminen on äärimmäisen työlästä, vitkaan etenevää ja tilanteen mukaista toimintaa myös yritysten sisällä toteutettuna.

Masina täydentää hyvällä tavalla neljän koneenrakennusalan ohjelman muodostamaa johdonmukaista kokonaisuutta. Yhtä kuitenkin puuttuu: sovellustasoisia läpimurtoja ohjelmat eivät näytä tuottavan.

## 5.2 Suositukset Masinan jatkokaudelle

### Aihealueiden uusi painotus

Älykkäämpien tuotteiden kehittämisen rinnalle on ohjelmaan sisällytettävä myös:

- Valmistettavuus/tuotettavuus -teemat
- ”Desk-Top” -valmistus
- ”Easy-to...”-käytettävyys ja käyttöliittymäteemat nykyistä vahvemmin
- Sulautettujen ohjelmistojen integrointiteema ja ao. yritykset nykyistä vahvemmin
- Monimateriaalisten ratkaisujen sovellusosaaminen
- ”Demufacturing” ja ”Product Recovery” mukaan elinkaarteeseen

### Läpimurto-ohjelmat

Masinan puitteissa tulisi harkita uuden tyyppisiä, tietyissä sovelluskohteissa nopeisiin läpimurtoihin pyrkiviä, tietoisesti korkeamman riskitason hankkeita (Crash Programs).

Sovelluskohteita voisivat olla esim:

- Tietty palvelurobottikonsepti
- Tietty, täyssähköisen työkoneen konsepti
- Tietty, polttokennoaikakauden tuotekonsepti.

Näissä sovelluksissa olisi perusteltua pyrkiä japanilaisen teollisuuden usein toteuttamalla tavalla nk. *HighTech & LowEnd Market* -sovelluksiin, jolloin kynnys todelliseen markkinalanseeraukseen madaltuu olennaisesti. Samoin mahdollisuus voilyymituotantoon ja nopeaan positiiviseen kassavirtaan kasvavat niin ikään tuntuvasti. – Tutti-projektin jatko-osa voisi toimia hyvänä tukena.

## Tutkimuksen kansainvälistämisloikka

Tutkimushankkeiden kansainvälistymisaste on kohotettava aivan uudelle tasolle vastaamaan teollisuuteen muotoutuvaa kansainvälistä rakennetta ja toimintatapaa.

- Lisätään kaikkiin tutkimushankkeisiin intensiivistä, pitkäkestoista yhteistyötä maailman huippuyksiköiden kanssa
- Edesautetaan muutaman kansainvälisesti toimivan suomalaisen huippuyksikön muodostumista kokoamalla valituilla alueilla voimat yhteen
- Edesautetaan VTT:n valittujen yksikköjen kehittämistä kansainvälisesti toimiviksi, tutkimuspalveluja myyviksi kasvuyrityksiksi
- Luodaan yhteistyösuhteet Venäjän korkeatasoisten tiedeinstituuttien kanssa.

### ”Tutkimusprojektit” tutkimusprojekteiksi

Tutkimusprojekteista on muodostettava korkeatasoisia ja yrityksiä houkuttelevia (”tutkimuspull”), pitkäjänteisiä tutkimushankkeita ja estettävä niiden väliinputoaminen puolittaisiksi (”tutkimus-push”) yrityshankkeiksi, johon ne nyt Masinassa ovat vaarassa ajautua. Paremmalla valmistelulla niiden käynnistymistä voitaneen tuntuvasti nopeuttaa.

### Yliopisto-opetuksen rapautumisen ehkäisy

Kansallisilta teknologian kehittämishankkeilta ja -panostuksilta on ponnistus pohja murenemassa, koska teknillisten yliopistojen koulutus on alkanut rapautua. Oman missionsa onnistumisen turvaamiseksi on Tekesin syytä reagoida asiaan joko suoranaisiin tai epäsuorin toimin.

## Liite 1

### Arviointiprosessin vaiheet ja ajoitus

Arvioinnin painotus eri osatavoitteille			Toteutettu tiedokeruu
<b>SMART RAPID TYÖ vaikutukset</b>	<b>MASINAN väliarviointi</b>	<b>Tulevaisuuden t&amp;k:n uudet painotukset ja kehitystarpeet</b>	
X	XXX	XXX	<b>70 haastattelua:</b> *ohjelman ja projektien johtoryhmien jäseniä * n. 50 Masina-yritystä *14 Masina-tutkimusyksikköä
	XX		<b>”Tutti”-johtoryhmä ja tulosten näyttely 16.6.2004</b>
XX		XX	<b>22 haastattelua:</b> * Smart-, Rapid- ja TYÖ-ohjelmien ja ao. projektien johtoryhmien jäseniä * 20 eri yritystä
		XX	<b>Yliopisto Road Show:</b> *Oulu 17.6.2004 *Lappeenranta 18.6.2004 *Tampere 21.6.2004 (Lisäksi: Professorit K. Ekman ja M. Airila TKK sekä M. Vilenius TTY)
	X	XXX	<b>E-mail Tulostiteytys +palaute Masina-haastatelluille (vkot 33-34)</b>
		X	<b>Arviointiseminaari 7.9.2004</b>  <b>Loppuraportin esittely Masinan jory:lle 21.9.2004</b>

# Tekesin teknologiaohjelmaraaportteja

17/2004	Koneenrakentaja kohtaa globalisaation – Koneenrakennusalan teknologiaohjelmien arviointi sekä arvio tuotekehityksen ja tuotteiden kehittämistarpeista. Väliarvointiraportti. Lasse Kivikko. 25 s.
16/2004	Palveleva kiinteistöliiketoiminta. Rembrand 1999–2003. Loppuraportti. 54 s.
13/2004	Uusi teollinen toimintatapa UTT -teknologiaohjelma 2000–2004. Loppuraportti. 139 s.
12/2004	Rakenteiden uudistuminen – teknologiaohjelmat taustatukena ja muutoksen veturina – iWELL-, Puuenergia-, Rembrand- ja Uusi Teollinen toimintatapa (UTT) -ohjelmien loppuarviointi. Arviointiraportti. Mari Hjelt, Juha Vanhanen, Tuomas Raivio. 97 s.
11/2004	Kaupallistaminen ja innovaatiotavoitteet teknologiaohjelmissa – Innovaatioprosessien muutoksiin tähtäävien teknologiaohjelmien arviointi. Arviointiraportti. Mikko Valtakari, Matti Pulkkinen, Seppo Leminen, Tommi Pelkonen, Mervi Rajahonka, Pertti Kiuru, Heikki Laurila. 96 s.
10/2004	Competitiveness through internationalisation – Evaluation of the means and mechanisms for promoting internationalisation in technology programmes. Evaluation Report. 89 p. Kimmo Halme, Sami Kanninen, Tarmo Lemola, Erko Autio, Erik Arnold, Jesper Deuten.
9/2004	Tukista tuplasti – Value Added Wood Chain 1998–2003. Loppuraportti. 95 s.
8/2004	TULI-ohjelman väliarviointi. Väliarvointiraportti. 63 s. Jari Kuusisto, Soile Kotala, Riikka Kulmala, Anmari Viljamaa ja Sirpa Vinni
7/2004	Teknologia toimialojen uudistajana. Toimialoja kehittävien ohjelmien arviointi – ProMotor ja Tukista tuplasti. Arviointiraportti. 63 s. Kivikko Lasse, Kärkkäinen Matti, Pulkkinen Matti, Rajahonka Mervi, Riipinen Toni, Valtakari Mikko
6/2004	Developing Technology for Large-Scale Production of Forest Chips – Wood Energy Technology Programme 1999–2003. Final Report. 100 p. Pentti Hakkila
5/2004	Puuenergian teknologiaohjelma 1999–2003. Metsähakkeen tuotantoteknologia. Loppuraportti. 134 s. Pentti Hakkila
4/2004	Diagnostiikka-teknologiaohjelma 2000–2003.
3/2004	Metallurgian mahdollisuudet 1999–2003. Loppuraportti.
2/2004	Moottoritekniikan teknologiaohjelma – ProMOTOR 1999–2003. Loppuraportti. 110 s.
1/2004	Polymeerit tulevaisuuden rakentajina, Potra 2000–2003.
23/2003	Prosessiteollisuuden online-mittaustekniikat -teknologiaohjelman 1999–2002 arviointi. Arviointiraportti. 15 s. Kalle Laine
22/2003	Presto – future products. Added Value with Micro and Precision Technology 1999–2002. Final Report. 110 p.
21/2003	Evaluation of the EXSITE Programme. Evaluation Report. 72 p. Risto Louhenperä, Olle Nilsson

**Julkaisujen tilaukset:** [www.tekes.fi/Julkaisut](http://www.tekes.fi/Julkaisut)



Koneenrakentaja kohtaa globalisaation  
Koneenrakennusalan teknologiaohjelmien arviointi  
Väliarvointiraportti



**TEKES**

PL 69, 00101 Helsinki  
Puh. 0105 2151, fax (09) 694 9196  
Asiakasneuvonta: [tekes@tekes.fi](mailto:tekes@tekes.fi) • Virallinen posti: [kirjaamo@tekes.fi](mailto:kirjaamo@tekes.fi)  
[www.tekes.fi](http://www.tekes.fi)