

Aatto Prihti
Luke Georghiou
Elisabeth Helander
Jyrki Juusela
Frieder Meyer-Krahmer
Bertil Roslin
Tuire Santamäki-Vuori
Mirja Gröhn

Tutkimuksen lisärahoituksen arviointi

Sitran raportteja 1



© kirjoittajat ja Sitra

Graafinen suunnittelu: Leena Seppänen

ISBN 951-563-370-2 (nid.)

ISSN 1457-571X (nid.)

ISBN 951-563-371-0 (URL: <http://www.sitra.fi>)

ISSN 1457-5728 (URL: <http://www.sitra.fi>)

Sitran raportteja -sarjassa julkaistaan tutkimusten, selvitysten ja arviointien tuloksia erityisesti asiantuntijoiden käyttöön.

Raportteja voi tilata Sitrasta, puhelin (09) 618 991, sähköposti julkaisut@sitra.fi.

Painopaikka: Hakapaino Oy

Helsinki 2000

YHTEENVETO	5
Arvioinnin tulokset	5
Tulevaisuuden painopistealueet	7
ESIPUHE	9
1. ARVIOINTITEHTÄVÄ	11
2. LISÄRAHOITUSOHJELMA	15
Tavoitteet	15
Rahoituksen käyttö	17
Lisärahoituksella käynnistettyjen hankkeiden erityispiirteet	22
Poikkeamat suunnitellun ja toteutuneen rahoituksen välillä	23
3. RAHOITUKSEN VAIKUTUKSET	24
Perustutkimus	24
Yhteistyöverkostot ja klusteriohjelmat	29
Tuottavuus ja työllisyys	36
Uudistaminen ja alueellinen kehitys	39
Tekes	44
4. TULEVAISUUDEN TOIMINTALINJOJA	45
Tutkimusrahoitukselle on asetettava jatkuvasti kunnianhimoisia tavoitteita	47
Perustutkimuksen edellytyksiä on parannettava	48
Klusteritoimintaa on kehitettävä	49
Uusi ja vanha talous on yhdistettävä	49
Innovaatiotoimintaan on kiinnitettävä enemmän huomiota	50
Työvoiman tulevaan pätevyystasoon on panostettava	51
LÄHDELUETTELO	53

LIITTEET

1	Asiantuntijaryhmän esittely	54
2	Tilattujen tutkimusten yhteenvedot	56
3	Asiantuntijaryhmän haastattelemat henkilöt	70
4	Lisärahoituksen käyttö 1997–1999	72
5	Valtion tutkimus- ja kehittämisrahoitus hallinnonaloittain ja lisärahoituksen osuudet vuonna 1999	73
6	Lisärahoituksen kohdistus opetusministeriössä	74
7	Suomen Akatemia – lisäysohjelman rahoituspäätökset tieteenaloittain	76
8	Suomen Akatemia – lisäysohjelman päätöksissä suunniteltu varojen jakauma suorituspaikoittain	77
9	T&k-menot rahoituslähteen mukaan sektoreittain 1998	78
10	Suuret globaalit muutokset	80

YHTEENVETO

Kauppa- ja teollisuusministeriö ja opetusministeriö asettivat kansainvälisen arviointiryhmän tekemään kokonaisarviointia vuosina 1997–1999 toteutetusta tutkimuksen lisärahoitusohjelmasta. Ryhmä on teettänyt laajoja selvityksiä ja haastatellut lukuisia asiantuntijoita. Tässä raportissa arviointiryhmä esittää käsityksensä lisärahoituksen suuntaamisesta ja koko tutkimusrahoituksen vaikuttavuudesta sekä lisäksi näkökohtia, jotka sen mielestä ovat harkinnan arvoisia tulevaisuuden innovaatiopolitiikasta päätettäessä.

Arvioinnin tulokset

Yhteenvetona tuloksista arviointiryhmä esittää seuraavaa:

- 1 Julkisella lisäpanostuksella näyttää olleen myönteinen vaikutus yksityiseen tutkimuspanostukseen.
- 2 Kasvanut tutkimuspanostus on lisännyt yritysten tuottavuutta, henkilökunnan osaamistasoa ja tuoteinnovaatioita. Koko teollisuuden ja suuryritysten tutkimuspanostus hyödyttää pieniä ja keskisuuria yrityksiä alihankintaverkoston ja osaamisen siirtymisen kautta.
- 3 Tutkimuspanostuksen lisäksi tuottavuuskehitykseen ovat vaikuttaneet henkilökunnan koulutuksen lisääminen, organisaatorakenteiden uudistaminen, johtamiskulttuurin tehostaminen ja se, että yritysten kyky omaksua uutta tietoa on parantunut.
- 4 Tutkimuspanostus on vaikuttanut työllisyyteen selkeän myönteisesti. Vaikutus on kuitenkin kaksitahoinen. Hyvin koulutetun työvoiman kysyntä on lisääntynyt nopeasti, mutta niille, jotka ovat saaneet lyhyen koulutuksen, työtilaisuuksia ei ole syntynyt.

- 5 Uuden ja vanhan talouden integrointi näyttää varteenotettavalta kehittämis-alueelta, kun pyritään säilyttämään perinteisiä työpaikkoja ja luomaan uusia. Pienten ja keskisuurten yritysten kannustaminen uuden teknologian käyttöön vaatii uusia toimenpiteitä.
- 6 Tutkimusrahoituksen lisäyksellä on ollut myönteisiä vaikutuksia aluekehitykseen, mutta vain niillä alueilla, joille tutkimuspanostus on keskittynyt. Aluepolitiikka edellyttääkin alueiden osaamis- ja yrittäjäyyspotentiaalin kasvattamista, jotta entistä useampi hanke täyttäisi Teknologian kehittämiskeskuksen Tekesin kriteerit.
- 7 Suomalaisen perustutkimuksen määrä ja laatu ovat kehittyneet erittäin myönteisesti ja nopeasti 1990-luvun jälkipuoliskolla. Tutkijoiden kansainväliset ja kotimaiset verkostot ovat laajentuneet ja yhteistyö yritysten kanssa on lisääntynyt.
- 8 Klusteriohjelmilla on voitu käynnistää hedelmällinen yhteistyö sektoreiden välillä, joskaan lopullisia tuloksia ei vielä ole ehtinyt tulla näkyviin. Kehittämistarpeita on etenkin tavoitteiden selkeyttämisessä, rahoittajien välisessä yhteistyössä ja raportoinnin päällekkäisyyksien vähentämisessä.
- 9 Tekesin kehitys on ollut ripeää ja monin tavoin onnistunutta. Koska myös ympäristö muuttuu nopeasti, arviointiryhmä ehdottaa Tekesin strategista arviointia – edellinen arviointi on vuodelta 1995.
- 10 Tekesin kehittämisessä arviointiryhmä painottaa seuraavia näkökohtia:
 - Innovaatio on paljon laajempi käsite kuin pelkkä teknologinen innovaatio. Tekesin pyrkimyksiä osaamispohjansa laajentamiseksi on tuettava.
 - Ideat ja keksinnöt muuttuvat innovaatioiksi vasta, kun ne on kaupallistettu. Kaupallistamiseen on kiinnitettävä paljon aikaisempaa enemmän huomiota jo tuotekehitysvaiheesta alkaen.
 - Tekes tavoittaa dynaamiset yritykset hyvin, mutta perinteiset pienyritykset heikosti, vaikka niissäkin olisi potentiaalia. Niitä varten tarvitaan uudenlaisia toimintamalleja.

Tulevaisuuden painopistealueet

Tutkimuksen lisärahoitusohjelma on onnistunut hyvin, mutta olosuhteiden jatkuva muuttuminen asettaa tulevaisuuden teknologiapolitiikalle uusia vaatimuksia. Arviointiryhmä haluaakin kiinnittää huomiota seuraaviin painopistealueisiin:

1 Tutkimusrahoitukselle on asetettava jatkuvasti kunnianhimoisia tavoitteita

Kansainvälinen kilpailu on muuttunut oppimiskilpailuksi. Monet maat ovat Suomen tavoin tehneet suuria investointeja tutkimuksen ja koulutuksen kehittämiseen. Paras vaihtoehto Suomelle on jatkaa valitsemallaan linjalla ja säilyttää tutkimusrahoituksen taso korkeana. Suomalaisessa innovaatiojärjestelmässä nyt havaittavissa olevat puutteet olisi korjattava uudella, täydentävällä lisärahoitusohjelmalla.

2 Perustutkimuksen edellytyksiä on parannettava

Perustutkimuksen tason ja määrän jatkuva kehittäminen on turvattava. Perustutkimus tuottaa osaltaan pohjaa soveltavalle tutkimukselle ja kasvattaa osaavaa työvoimaa. Huippuyksikkörahoituksella voidaan jouduttaa lupaavien alojen kehitystä. Kotimaista ja kansainvälistä verkottumista sekä yhteistyötä yritysten kanssa on kannustettava voimakkaasti. Vaikka yhteistyö teollisuuden ja tieteen välillä on jo jokseenkin tiivistä, erityisesti biotieteissä on vielä parantamisen varaa.

3 Klusteritoimintaa on kehitettävä ja laajennettava

Klusteriohjelmista saatua oppia sektoreiden välisestä yhteistyöstä on kehitettävä ja laajennettava uusille alueille. Nykyisten klustereiden tavoitteita on selvennettävä.

4 Uusi ja vanha talous on yhdistettävä

Uuden ja vanhan talouden integroinnin nopeuttamiseksi perinteisten alojen pieniä ja keskisuuria yrityksiä on kannustettava voimakkaasti uuden teknologian hyödyntämiseen. Aikataulun nopeutus edellyttää erityisohjelmaa.

5 Innovaatiotoimintaan on kiinnitettävä enemmän huomiota

Tulevaisuuden teknologiaohjelmissa on korostettava seuraavia näkökohtia:

- tehokkaampi osaamisen siirto ulkomailta Suomeen
- teknologisen osaamisen täydentäminen johtamistaitoihin ja kulttuureihin liittyvällä osaamisella
- varhaisvaiheen siemenrahoituksen kehittäminen (pre-seed ja seed)

- asiakas- ja markkinointilähtöisyys
- kaupallisen osaamisen lisääminen erityisesti pienissä ja keskisuurissa yrityksissä
- erityistuki tuotteiden kaupallistamiseen, koska kotimarkkinoiden suppeuden vuoksi pienen yrityksen on kansainvälistyttävä varhain.

6 Työvoiman tulevaan pätevyystasoon on panostettava

Tulevaisuuden menestys perustuu osaaviin ihmisiin. Sen vuoksi sekä nuorten että aikuisten koulutusmahdollisuuksia pitää parantaa määrätietoisesti.

- Ammattikorkeakoulujen uusi haastava tehtävä liittyy uuden ja vanhan talouden integrointiin ja taitoteknologian jalostamiseen.
- Keskimäärin kolmen vuoden odotusaika ylioppilastutkinnosta opiskelupaikan saantiin on suurta resurssien tuhlausta ja edellyttää uudelleenjärjestelyjä.
- Nykyistä joustavampi siirtyminen oppiaineesta toiseen parantaisi korkeasti koulutetun henkilökunnan mahdollisuuksia siirtyä aloille, joilla kysyntä kasvaa nopeasti.
- Yliopistojen kykyä kouluttaa muista maista tulevia opiskelijoita on parannettava tuntuvasti.

Suurten rakenteellisten ja sisällöllisten muutostarpeiden vuoksi on harkittava erillisohjelmaa, jolla muutosten vaatima rahoitus voidaan turvata. Samalla korkeakoulujen perusrahoitus on saatettava uudelle pohjalle.

Nykyisen työvoiman elinikäistä koulutusta pitää kehittää edelleen kokeilemalla uusia ideoita ja valmistelemalla pilotteja, joista on jo hyviä esimerkkejä. Ammattitaitoisen työvoiman saannin turvaamiseksi ja työmarkkinoilta syrjäytymisen ehkäisemiseksi on tärkeää, että valtiovalta takaa ammatilliselle lisä- ja täydennyskoulutukselle riittävät resurssit.

ESIPUHE

Hallitus päätti vuonna 1996 osoittaa valtionyhtiöiden myynnistä saatavista tuloista yli kolme miljardia markkaa tutkimukseen ja tuotekehitykseen (t&k). Vuosiksi 1997–1999 ajoittuneen rahoituksen lisäyksen tavoitteena oli tehostaa kansallisen innovaatiojärjestelmän toimintaa talouden, yritystoiminnan ja työllisyyden hyväksi. Vuonna 1999 saavutettu puolentoista miljardin markan tasokorotus on pysyvä.

Valtion tutkimusrahoituksen nopean kasvun katsottiin edellyttävän poikkeuksellisen tarkkaa varainkäytön seurantaa ja tuloksellisuuden arviointia. Niinpä kauppa- ja teollisuusministeriö ja opetusministeriö asettivat tähän arviointitehtävään asiantuntijaryhmän. Sen toimikausi oli 1998–2000, ja sen jäsenet olivat:

Aatto Prihti, puheenjohtaja	yliasiamies, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra
Elisabeth Helander	johtaja, Euroopan komissio
Jyrki Juusela	toimitusjohtaja, Outokumpu Oyj
Bertil Roslin	kansleri, Åbo Akademi
Tuire Santamäki-Vuori	II puheenjohtaja, Kunta-alan ammattiliitto KTV ry.
Ulkomaiset asiantuntijat:	
professori Luke Georghiou	University of Manchester, Iso-Britannia
professori Frieder Meyer-Krahmer	Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe, Saksa

Euroopan komission tehtävien uudelleenjärjestelyn vuoksi Elisabeth Helander ei voinut osallistua hankkeeseen enää vuonna 2000. Asiantuntijaryhmän jäsenistä on lyhyt esittely liitteessä 1. Ryhmän sihteerinä Sitrassa toimi tekniikan lisensiaatti Mirja Gröhn.

Arviointitehtävänsä tueksi työryhmä järjesti aloitusseminaarin, käynnisti seitsemän tutkimushanketta sekä haastatteli kokoustensa yhteydessä lukuisia eri alojen asiantuntijoita. Lisäksi työryhmä sai pyynnöstään runsaasti kirjallisia selvityksiä. Näiden kaikkien perusteella professori Luke Georghiou ja professori Frieder Meyer-

Krahmer laativat arvioinnin rungon, jota ryhmän muut jäsenet täydensivät. Haluan esittää siitä lämpimät kiitokseni heille molemmille. Parhaat kiitokset myös kaikille muille, jotka ovat myötävaikuttaneet tämän loppuraportin syntyyn!

Helsingissä marraskuussa 2000

Aatto Prihti
asiantuntijaryhmän puheenjohtaja

1 ARVIOINTITEHTÄVÄ

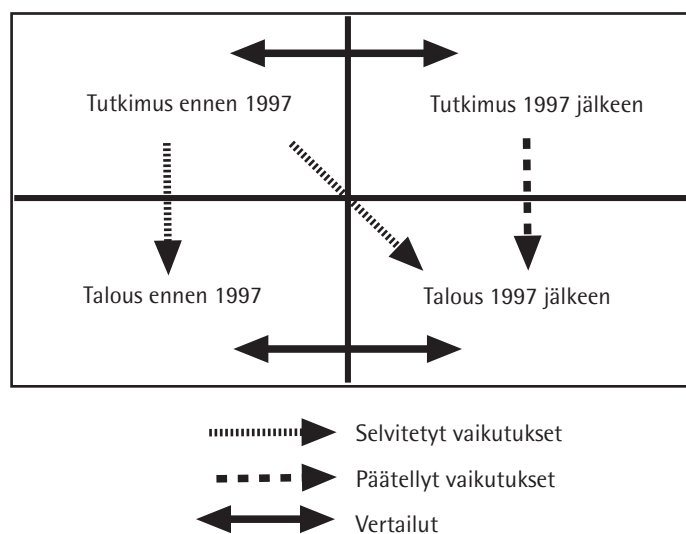
Julkisen tutkimusrahoituksen nopean kasvun katsottiin edellyttävän poikkeuksellisen tarkkaa varainkäytön seurantaa ja tuloksellisuuden arviointia. Yksittäisten hankkeiden ja tutkimusryhmien arvioinnista huolehtii rahoituksen vastuorganisaatio. Sen rinnalle tarvittiin kokonaisuuteen kohdistuvaa arviointia, jotta saadaan vastaus lisäpanostuksen oikeaa kohdistumista sekä taloudellisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia koskeviin kysymyksiin. Lisärahoitusohjelman eri osapuolten roolit on esitetty kuviossa 1.

Päätätjä	Hallitus
Suunnittelija	Valtion tiede- ja teknologianeuvosto
Rahoittaja	Opetusministeriö Kauppa- ja teollisuusministeriö Muita ministeriöitä
Käyttjä	Tutkijakoulut Huippuyksiköt Uudet liiketoiminnot Klusteriohjelmat Jne. yhteensä satoja projekteja
Hyötyjä	Talous Yritykset Työllisyys
Arvioija - yksittäiset hankkeet - kokonaisuus	Rahoittajat Kansainvälinen arviointiryhmä

Kuvio 1. Lisärahoitusohjelman osapuolet.

Arviointi koski paitsi lisäpanostusta ja sen tuloksellisuutta, myös sen vaikutuksia koko innovaatiojärjestelmän toimintaan ja tuloksellisuuteen. Arvioinnissa ei kuitenkaan voitu pitäytyä vain lisäpanostuksen vaikutuksissa, sillä lisärahoitusohjelman käyttökohteita ei kyetty eristämään muulla t&k-rahoituksella toteutetuista hankkeista: lisärahoitusohjelmalla käynnistettyjä hankkeita ei ollut kattavasti yksilöity. Toisaalta 1997–1999 alkaneiden hankkeiden vaikutukset eivät ehdi realisoidua ennen arviointijakson päättymistä. Ylipäätään vie aikansa, ennen kuin tutkimus- ja kehityshankkeiden vaikutukset talouteen ja yhteiskuntaan ovat nähtävissä. Lisärahoituksen toteutuneita vaikutuksia voisi arvioida uudestaan vuoden 2005 tienoilla. Edelleen esimerkiksi yritysten menestymiseen vaikuttaa moni muukin tekijä kuin t&k-rahoitus.

Kuvio 2 esittää, kuinka pulmaa on lähestytty arvioinnissa. Aiemman t&k-panostuksen vaikutuksista on päätelty, millaisia vaikutuksia lisärahoituksella todennäköisesti tulee olemaan.



Kuvio 2. Arvioinnin ajoitus.

Hankkeen alussa järjestettiin seminaari, jossa kartoitettiin jo olemassa olevat ja toisaalta lisäselvityksiä kaipaavat alueet. Työryhmä päätyi käynnistämään seitsemän selvityshanketta. Tutkimusten yhteen nivomiseksi tutkijaryhmät kutsuttiin koolle kahdesti työn aikana. Koska lisärahoitusohjelman aikaista aineistoa olisi ollut käytettävissä kovin vähän, empiirinen työ suunnattiin sen selvittämiseen,

miten julkinen t&k-rahoitus on aiemmin vaikuttanut ja onko vaikutuksissa ollut eroja erilaisissa yrityksissä tai eri aloilla tai alueilla. Selvitettiin myös, ovatko vaikutukset johtuneet julkisen rahoituksen osuudesta tai sen lisäyksen määrästä.

Kolme projektia selvitti taloudellisia vaikutuksia eri painotuksin (ETLA-1, ETLA-2 ja ETLA-3). Suomalaisen tieteen saavutuksien selvittämiseksi tilattiin tutkimus julkaisu- ja patentointimääristä (VTT-3). Työryhmällä ei ollut aikaa eikä resursseja perehtyä yksittäisiin ohjelmiin. Niinpä yksi projekti pyrki tiivistämään tulokset suuresta joukosta suomalaisia ohjelma- ja organisaatioarviointeja (VTT-1), kun taas toinen (LTT) haastatteli Tekesin asiakkaita tietyllä toimialalla liikkeenjohdon näkökulmasta. Viimeinen projekti (VTT-2) tutki klusteriohjelmia, joskin tutkimusta haittasi se, että se ajoittui aivan klusteritoiminnan alkukuukausiin. Hankkeiden nimet ovat kokonaisuudessaan taulukossa 1.

Selvityshankkeet alkoivat marraskuun 1998 ja huhtikuun 1999 välillä ja päättyivät huhtikuussa 2000. Tutkijoille annettiin lupa julkaista raporttinsa heti niiden valmistuttua, jotta tulosten herättämä keskustelu ehtisi arviointiryhmän käyttöön. Tutkijat vastaavat itse raporttiansa sisällöstä. Tiivistelmät raporteista ovat liitteenä 2. Arviointiryhmän käytettävissä oli runsaasti lähdeaineistoa, muun muassa Tekesiltä saatuja selvityksiä, Suomen Akatemian arviointi tieteen tilasta ja tasosta ja valtion tiede- ja teknologianeuvoston kaksi viimeisintä kolmivuotiskatsausta.

Työryhmä on haastatellut useita eri alojen asiantuntijoita, kuten ministeriöiden, rahoittajien, yliopistojen ja tutkimuslaitosten johtoa, tuotekehitysprojektien vetäjiä ja klusteriohjelmien koordinaattoreita. Luettelo haastatelluista on liitteessä 3. Luettelossa on myös epävirallisen neuvoa antavan ryhmän jäsenet. Varsinkin ryhmän ulkomaiset jäsenet ovat vierailleet lisärahoitusohjelman keskeisissä organisaatioissa. Lisärahoituksen käytöstä on pyydetty myös kirjallisia selvityksiä.

Klusterihankkeiden tietojen systemaattista ja koordinoitua keruuta varten kehitettiin Internet-sovellus. Kaikki sektoriministeriöiden klusteriohjelmien hankkeet on pyritty saamaan yhteen tietokantaan. Näin 1997-1999 t&k-panostuksen tulokset ovat aikanaan arvioitavissa toteutumatietojen pohjalta. Tietokantaa olisi ylläpidettävä myös arvioinnin päätyttyä, jotta klustereita koskevat strategiset päätökset voisivat vastaisuudessa tukeutua siihen.

Taulukko 1. Selvityshankkeet.

Projekti/tutkimuslaitos, yhteyshenkilö	Julkaisun nimi
VTT-1 Valtion teknillinen tutkimuskeskus Juha Oksanen	Research evaluation in Finland Selvitys tutkimuksen arvioinneista Suomessa (kartoitetaan 1980- ja 1990-luvuilla tehdyt arvioinnit ja analysoidaan niiden tulokset. Ovatko arvioinnit johtaneet toimenpiteisiin? Suosituksia arviointimenettelyiksi.)
VTT-2 Valtion teknillinen tutkimuskeskus Tuomo Pentikäinen	Economic evaluation of the Finnish cluster programmes Analyysi klusteriohjelmista (keskitytään tutkimusorientoituneeseen metsäklusteriohjelmaan ja diffuusio-orientoituneeseen hyvinvointiklusteriohjelmaan; tarkastellaan verkottumiskehitystä)
VTT-3 Valtion teknillinen tutkimuskeskus Terttu Luukkonen	A bibliometric study of Finnish science Bibliometrinen tutkimus Suomen tieteestä (suomalaisten tutkijoiden kansainvälisten julkaisujen kartoitus Science Citation Index -tietokannasta yhteistyössä Uumajan yliopiston kanssa)
ETLA Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos Pekka Ylä-Anttila	Innovaatiopolitiikka ja julkinen t&k-rahoitus – vaikutuksia yritysten menestymiseen ja työllisyyteen Suomessa 1990-luvulla (pyritään identifioimaan yritysten ne piirteet, joilla on suurin vaikutus yritysten menestymiseen, työ jakautuu kolmeen osaprojektiin)
ETLA-1 Tilastokeskus Olavi Lehtoranta	Impact of public R&D funding on the profitability and growth performance of firms Julkisen t&k-rahoituksen vaikutukset yritysten kasvuun ja kannattavuuteen (paneeliaineistoon perustuva tutkimus suomalaisista yrityksistä)
ETLA-2 Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos Rita Asplund	Public R&D funding, technological competitiveness, productivity, and job creation. Julkisen t&k-rahoituksen vaikutukset teknologiseen kilpailukykyyn, tuottavuuteen ja työllisyyteen (selvitetään Tekesin kanavoiman julkisen tuen taloudellisia vaikutuksia)
ETLA-3 Palkansaajien tutkimuslaitos Eero Lehto	Regional impacts of R&D and public R&D funding T&k-toiminnan ja julkisen t&k-rahoituksen alueelliset vaikutukset (aiemman t&k-panostuksen vaikutukset nykyisiin t&k-investointeihin ja tuottavuuteen)
LTT LTT-Tutkimus Oy Matti Pulkkinen	Public research & development funding and international technology commercialisation Julkinen t&k-rahoitus ja teknologian kansainvälinen kaupallistaminen (kyselytutkimus Tekesin asiakkaille)

2 LISÄRAHOITUSOHJELMA

Tavoitteet

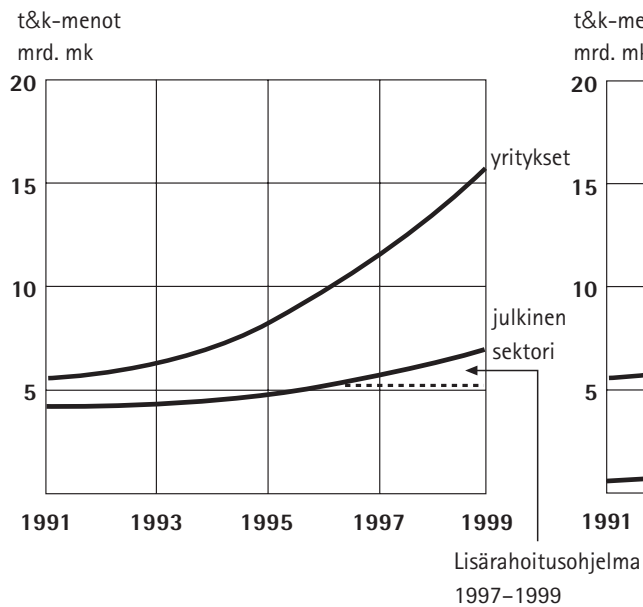
Hallituksen syksyllä 1996 päättämän tutkimusrahoituksen lisäyksen erityisenä tehtävänä oli tehostaa innovaatiojärjestelmän toimintaa talouden, yritystoiminnan ja työllisyyden hyväksi. Keskeinen keino näihin tavoitteisiin pääsemiseksi oli rahoituksen suunnattu, mutta ei kuitenkaan liian kapea-alainen kohdentaminen. Yhtä tärkeää oli tutkimusvarojen ohjaaminen niiden loppukäyttäjille kilpailun kautta. [Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 1996, s. 55]

Tiede- ja teknologianeuvoston laatiman lisärahoituksen käyttösuunnitelman mukaan oli tarkoitus kohdentaa pääosa rahoista tutkimus- ja kehittämistoimintaan teknologia- ja tiedehallinnon kautta ja lisätä etenkin kilpailun kautta jaettavia Tekesin ja Suomen Akatemian resursseja. Myös Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen ja yliopistojen suunnattua tutkimusrahoitusta päätettiin lisätä. Kolmas lisärahoituksen käyttökohde oli Suomen teollisten klustereiden kehitystä tukevat tutkimus- ja kehittämishankkeet, jotka toteutettiin sektoriministeriöiden, teknologia- ja tiedehallinnon sekä yritysten yhteistyönä.

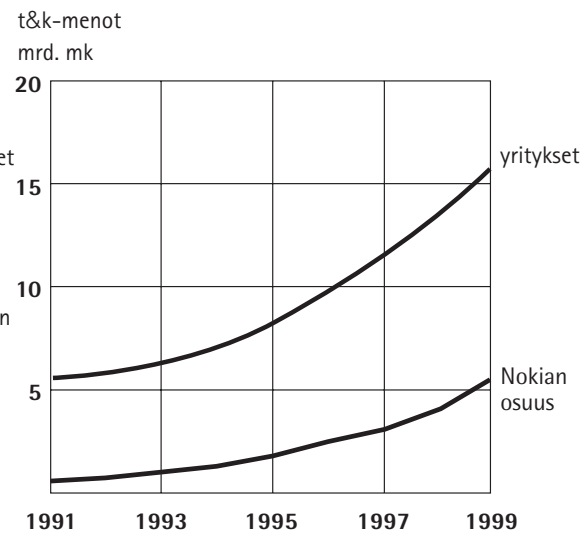
Valtionyhtiöiden myynnistä saaduilla tuloilla rahoitettava ohjelma päätettiin toteuttaa siten, että panostusta kasvatettaisiin portaittain kolmen vuoden aikana. Alkuperäisen suunnitelman mukaan vuoden 1999 tasokorotuksen piti lopulta olla 1,5 miljardia markkaa. Tasokorotuksen toteuttamiseksi kolmen vuoden aikana tarvittava summa oli suunnitelmassa yhteensä 3,35 miljardia markkaa. Lisärahoitusohjelmaa käynnistettäessä asetettiin tavoitteeksi, että kansallisen tutkimuspanoksen osuus (EKT-79-määritelmän mukaisesta) bruttokansantuotteesta olisi 2,9 prosenttia vuonna 1999. Tavoite saavutettiin ja ylitettiinkin vuonna 1998.

Kuvio 3 ja taulukko 2 kuvaavat rahoituksen kehittymistä ja tutkimuspanoksen jakautumista yksityisen ja julkisen sektorin kesken vuodesta 1991 lähtien. Lisärahoitusohjelman tasokorotus merkitsi valtion t&k-rahoituksen kasvua noin neljänneksellä vuoden 1997 talousarvioesitykseen verrattuna. [Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 1996, s. 53] Julkisen rahoituksen kasvu on kannustanut yrityksiä lisäämään omaa panostustaan tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan. Nokialla on tässä tärkeä rooli: ETLAn arvion mukaan Nokian osuus oli 1999 noin kolmannes

yritysten yhteenlasketuista t&k-menoista Suomessa (kuvio 4). Tämä vastaa yli 20 prosentin osuutta kaikista Suomen t&k-menoista [Ali-Yrkkö, s. 12]. Myös muut yritykset kasvattivat merkittävästi t&k-panostustaan. Tämä osoittaa, että yritykset ovat tässä suhteessa Suomen innovaatiojärjestelmän tärkeimpiä toimijoita (näin on myös monissa muissa OECD-maissa).



Kuvio 3. Yksityisen ja julkisen¹ sektorin t&k-menot 1991–1999.



Kuvio 4. Yritysten t&k-menot yhteensä ja ETLAn arvioima Nokian osuus niistä 1991–1999.

Taulukko 2. Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan menojen jakauma yksityisen ja julkisen sektorin kesken sekä osuus bruttokansantuotteesta.

Vuosi	milj. mk (käyvät hinnat)				%				
	t&k			BKT ²	t&k-osuus		BKT-osuus		
	Yritykset	Julkinen sektori ¹	Yhteensä		Yritykset	Julkinen sektori	Yritykset	Julkinen sektori	Yhteensä
	a	b	c	d	a/c	b/c	a/d	b/d	c/d
1991	5 798	4 374	10 172	499 357	57,0	43,0	1,16	0,88	2,04
1993	6 234	4 443	10 677	492 609	58,4	41,6	1,27	0,90	2,17
1995	8 166	4 750	12 916	564 566	63,2	36,8	1,45	0,84	2,29
1997	11 396	5 876	17 272	635 532	66,0	34,0	1,79	0,92	2,72
1998	13 395	6 550	19 945	686 742	67,2	32,8	1,95	0,95	2,90 ³
1999e	15 472	6 862	22 334		69,3	30,7			3,12

¹ MI. korkeakoulut ja ammattikorkeakoulut

² EKT-95:n mukaiset tiedot. Vuosien 1997 ja 1998 BKT-luvut ovat ennakkotietoja, vuoden 1999 BKT-luku perustuu valtiovarainministeriön ennusteeseen 3,8 prosentin kasvusta.

³ Vanhan määritelmän (EKT-79) mukaiseen BKT-lukuun perustuva arvio on 3,00

Lähde: Tilastokeskus

Rahoituksen käyttö

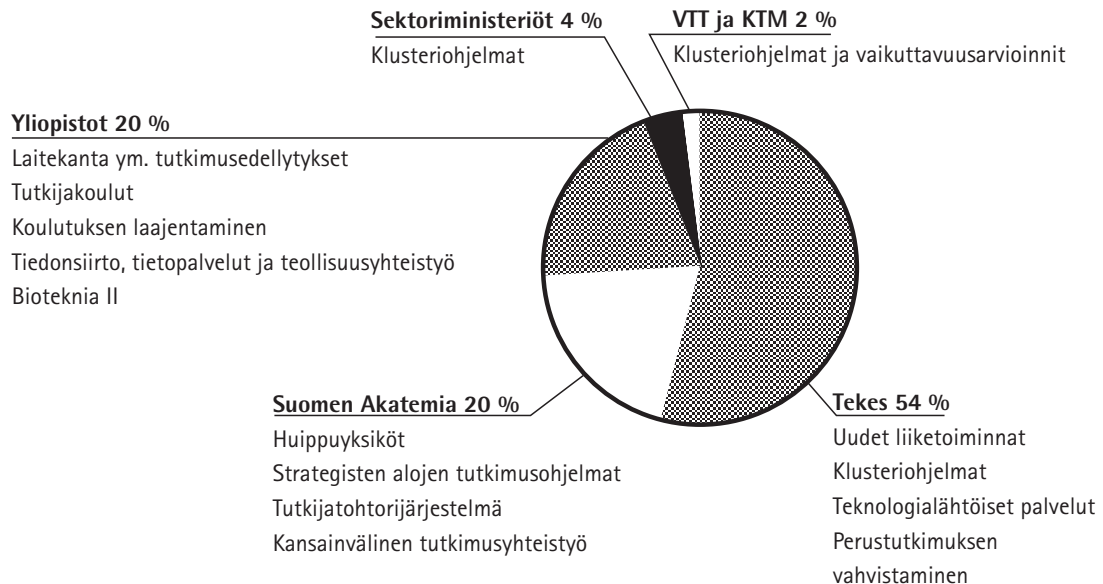
Myöntövaltuudet ja määrärahat on esitetty taulukossa 3. Toteutumatiedot on lisätty rahoituksen saajien ilmoitusten mukaan. Myöntövaltuus tarkoittaa käytännössä sitä, että tiettyä vuonna voidaan luvata rahoitusta, joka maksetaan hankkeille lähivuosien aikana. Siitä seuraa, ettei tietoa lisärahoitusohjelman todellisesta rahankäytöstä ole vielä saatavissa. (Karkea arvio on, että myöntövaltuuksista noin puolet on maksettu vuoden 1999 loppuun mennessä.)

Taulukko 3. Lisärahoituksen toteutunut jakautuminen määrärahojen ja myöntövaltuuksien kesken.

milj. mk	1997	1998	1999	Yhteensä
Valtuudet:				
Suomen Akatemia	166	188	270	624
Tekes	350	545	790	1 685
Yhteensä	516	733	1 060	2 309
Määrärahat:				
Opetusministeriön hallinnonala				
- Yliopistot	175	210	250	635
- Suomen Akatemia	5	5	5	15
Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonala				
- kauppa- ja teollisuusministeriö		10 ¹	11	21
- Tekes	12 ²	20 ²	38 ²	70
- Valtion teknillinen tutkimuskeskus		6	36	42
Maa- ja metsätalousministeriö		15 ¹	8	23
Liikenne- ja viestintäministeriö	3	5	16	24
Sosiaali- ja terveysministeriö	10	10	7	27
Työministeriö	10	10	6	26
Ympäristöministeriö	5	10	8	23
Yhteensä	220	301	385	905
Valtuudet ja määrärahat yhteensä	736	1 034	1 444	3 214

¹ 1997 ja 1998 yhteensä

² sis. TE-keskukset



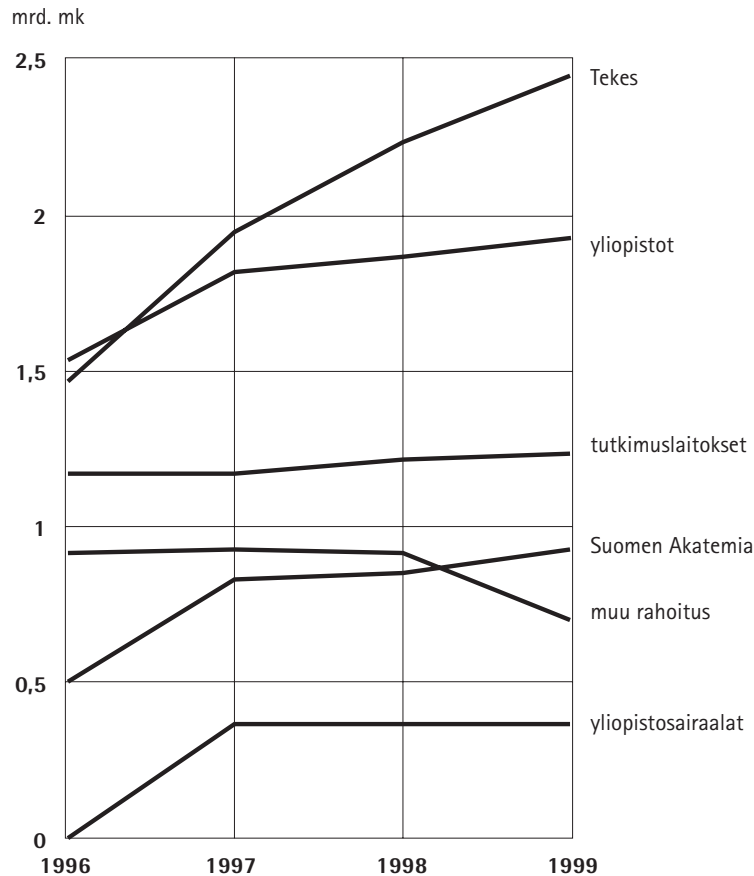
Kuvio 5. Vuosina 1997–1999 toteutuneen yhteensä 3,2 miljardin markan lisärahoituksen jakautuminen rahoittajittain.

Kuvio 5 esittää kolmivuotisen ohjelman rahankäytön jakauman. Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonala on kanavoinut 56 prosenttia ja opetusministeriön hallinnonala 40 prosenttia koko lisärahoituksesta. Liitteessä 4 on yksityiskohdaisempi taulukko 1997–1999 rahoitetuista kohteista.

Lisärahoituksen suhteellinen merkitys saajilleen

Tasokorotuksen 1,5 miljardin markan summa vuonna 1999 on noin viidennes julkisesta tutkimusrahoituksesta ja alle seitsemän prosenttia kaikesta Suomen t&k-panostuksesta. Kuviosta 6 näkyy, kuinka julkisten organisaatioiden t&k-rahoitus on muuttunut vuodesta 1996 vuoteen 1999. Muutos ei johdu yksinomaan lisärahoitusohjelmasta¹. [Kolu 2000]

Vuoden 1996 tilanteeseen verrattuna lisärahoitusohjelma kasvatti suhteellisesti eniten Teknologian kehittämiskeskuksen ja Suomen Akatemian resursseja: myöntövaltuuksien ja määrärahojen summa yli 1,5-kertaistui vuodesta 1996 vuoteen 1999. Markkamäärissä näiden jälkeen seuraavina oleville yliopistoille korotus oli noin kuudesosa.



Kuvio 6. Valtion tutkimus- ja kehittämisrahoitus organisaation mukaan vuosina 1996–1999, 1996 yhteensä 5 581,6 miljoonaa markkaa ja 1999 yhteensä 7 584,3 miljoonaa markkaa.

Lisärahoitusohjelman 10 miljoonan markan tasokorotukset sektoriministeriöille ja 20 miljoonaa markkaa Valtion teknilliselle tutkimuskeskukselle merkitsivät niiden tutkimus- ja kehittämisbudjetteihin 0,5–8 prosentin korotusta. Poikkeuksena oli työministeriö, jonka vuoden 1996 vaatimattomaan t&k-panostukseen verrattuna lisäys oli noin 45 prosenttia. Liitteen 5 taulukossa on valtion t&k-rahoitus 1999. Siinä ovat mukana nekin ministeriöt, jotka eivät olleet osallisina lisärahoitusohjelmassa.

¹ Luvut perustuvat Suomen Akatemian laatimaan budjettianalyysiin ja ovat ennakoarvioita. Tilastokeskus tilastoi todelliset käytetyt menot jälkikäteen. Kuviossa on kaikki julkiset t&k-organisaatiot, eivät pelkästään ne, jotka saivat lisärahoitusta. Yliopistosairaloita ryhdyttiin seuraamaan omana ryhmänään 1997. [Kolu 1998, s. 2]

Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonala

Lähes kaikki lisärahoitusohjelman myötävaikutuksella käynnistetyt klusteriohjelmat ovat saaneet rahoitusta kauppa- ja teollisuusministeriöltä (9 Mmk). Rahoitusta on kohdistettu myös t&k-rahoituksen vaikuttavuusarviointeihin (4 Mmk) ja teknologian tutkimuksen ohjelman niiden hankkeiden rahoitukseen, jotka tukevat vaikuttavuusarviointeja (7 Mmk).

Tekesin kautta kanavoitava lisärahoitus on kohdistunut Tekesin perustoimintojen vahvistamisen ohella neljään erityiseen käyttökohteeseen. Nämä ovat uudet liiketoiminnot, hallinnonalojen väliset klusteriohjelmat, teknologialähtöiset palvelut ja teknologisen perustutkimuksen vahvistaminen. Alkuperäisessä käyttösuunnitelmassa Tekesin valtuuksien ja määrärahojen summa oli 1 860 miljoonaa markkaa, mutta siitä oli noin kuusi prosenttia kohdistamatta vuoden 1999 lopussa. Tekesin hankesalkku heijastuu Valtion teknilliseen tutkimuskeskukseen, jonka toiminnassa lisärahoitusohjelma (suunniteltu 40 Mmk, toteutunut 42 Mmk) näkyy lähinnä lisääntyneenä osallistumisena Tekesin rahoittamiin projekteihin.

Voidaan arvioida, että Tekesin yrityksille kanavoima lisärahoitus kumuloituu yritysten omien t&k-panostuksien myötä lähes kaksinkertaiseksi.

Opetusministeriön hallinnonala

Yliopistoille suunnatun 635 miljoonan markan lisärahoituksen kohteina ovat olleet laitekannan uusiminen ja tutkimusedellytysten vahvistaminen (283 Mmk), menestyneimpien tutkijakoulujen vahvistaminen ja uusien käynnistäminen (110 Mmk), matemaattis-luonnontieteellisen ja teknillisten alojen asiantuntijakoulutuksen lisääminen (85 Mmk), Bioteknia II (79 Mmk) sekä verkostoyhteistyön ja tiedonsiirtomekanismien kehittäminen (78 Mmk). Suunniteltu kokonaissumma on käytetty. Liitteessä 6 on selvitetty rahoituksen kohteita tarkemmin.

Suomen Akatemian saama lisärahoitus on painottunut luonnontieteen ja tekniikan tutkimukseen: tämän toimikunnan osuus oli 47 prosenttia koko Suomen Akatemian lisärahoituksesta. Valtuuksien ja määrärahojen kolmen vuoden summa oli lopulta 639 miljoonaa markkaa. Valtuuksien lisäys on kohdistettu seuraavasti:

- tutkimuksen ja koulutuksen huippuyksikköjen vahvistamiseen ja uusien luomiseen 198 miljoonaa markkaa
- strategisten alojen tutkimusohjelmiin 184 miljoonaa markkaa
- vastavalmistuneiden tohtorien jatkokoulutukseen eli niin sanotun tutkijatohtorijärjestelmän luomiseen ja hankerahoituksena nuorten tutkijatohtorien tutkijanuran muuhun edistämiseen 164 miljoonaa markkaa (suunnitelma oli 170 Mmk)
- kansainvälisen tutkimusyhteistyön laajentamiseen 79 miljoonaa markkaa.

Suomen Akatemia kanavoi noin puolet lisärahoituksesta Helsingin seudun korkeakouluille. Suurimman osuuden saivat Helsingin yliopisto (28 %) ja Teknillinen korkeakoulu (17 %). Tieteenaloista fysiikka, biologia ja ympäristötieteet sekä biolääketiede saivat kukin yli kymmenen prosentin osuuden lisärahoituksesta. Liitteissä 7 ja 8 on yksityiskohtaisempia tietoja Suomen Akatemian rahoituskohteista.

Sektoriministeriöt

Maa- ja metsätalousministeriön lisärahoitus, kolmelle vuodelle yhteensä 23 miljoonaa markkaa, jaettiin Elintarvikeklusterin tutkimusohjelman ja Metsäalan tutkimusohjelman (Wood Wisdom) kesken. Ohjelmat pyrkivät toimialojensa kilpailukyvyn parantamiseen.

Liikenne- ja viestintäministeriön lisärahoitus, yhteensä 24 miljoonaa markkaa, kohdistettiin kuljetusklusteriin (KETJU-ohjelma kehittää logistisia järjestelmiä ja TETRA yhteiskäyttöisiä liikennetelemaattisia järjestelmiä) ja tietoliikenneklusteriin (Verkkokaveri edistää tietoverkkojen käyttöä pk-yrityksissä).

Sosiaali- ja terveysministeriön rahoitus, 27 miljoonaa markkaa, käytettiin hyvinvointi- ja terveysklusteriin, joka edistää tutkimusta ja tuotantoa sosiaali- ja terveydenhuollossa.

Työministeriön yhteensä 26 miljoonan markan lisärahoitus kohdistettiin Kansallisen työelämän kehittämisohjelman tutkimukselliseen vahvistamiseen. Rahoituksella oli määrä edistää tuottavuutta ja työelämän laatua.

Ympäristöministeriön lisärahoitus, 23 miljoonaa markkaa, kohdistettiin ympäristöklusterin hankkeille, joissa etsitään tuotteistamiskelpoisia keinoja ympäristönsuojeluun. Näissä on keskeisenä teemana ekotehokkuus.

Lisärahoituksella käynnistettyjen hankkeiden erityispiirteet

Teknologian kehittämisskeskuksessa ja Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa lisärahoitus ei tyypillisesti ole korvamerkittyä rahaa eikä yksittäisestä hankkeesta voi useinkaan tietää, toteutettiinko se juuri lisärahoitusohjelman johdosta. Uusi piirre Tekesin käynnistämässä hankkeissa on se, että lisärahoitus on synnyttänyt uudenlaista yhteistyötä erityisesti klusteriohjelmien muodossa ja vahvistanut palvelusektorin asemaa.

Yliopistojen lisärahoitus kohdistetaan laajentuneen toiminnan edellyttämien resurssien vahvistamiseen ja uudenmuotoisen toiminnan vakiinnuttamiseen. Suomen Akatemian lisärahoituksella rahoitetut hankkeet painottuvat taloutta, yritys-

toimintaa ja työllisyyttä hyödyntävään suuntaan. Lisärahoitusohjelma on osin muuttanut Suomen Akatemian rahoituskriteereitä. Esimerkiksi rahoituksen kilpailuttaminen, ulkopuolisten asiantuntijoiden tekemä projektien arviointi sekä tieteenalojen ja organisaatioiden välinen tutkimusyhteistyö ovat yleistyneet.

Kauppa- ja teollisuusministeriön ja sektoriministeriöiden lisärahoituksen käyttökohteet ovat uusi, oma ryhmänsä. Klusteriohjelmien tavoitteet vaihtelevat laajalti:

- työllisyyden säilyttäminen
- perusteiden luominen tuotekehitykselle
- ekotehokkuuden parantaminen
- kilpailukykyyn lisääminen
- toiminnallisten muutosten ja kaupallisten tuotteiden aikaansaaminen
- julkisten palveluiden kehittäminen esimerkiksi terveydenhuollossa.

Yhteistä näille on kuitenkin se, että ne pohjautuvat tietoon toisin kuin Porterin vain teollisuuden kilpailukykyyn keskittyvät klusterit. Näistä useat toimivat lisäksi sektoreilla, joilla julkisilla palveluilla on suuri merkitys.

Poikkeamat suunnitellun ja toteutuneen rahoituksen välillä

Uudentyyppisten ohjelmien käynnistäminen on vaatinut arvioitua enemmän aikaa. Tämä näkyy esimerkiksi Tekesin kohdalla siten, että lisärahoitus on kohdistunut kyllä aiottuihin erityiskäyttökohdealueisiin, mutta eri suhteessa kuin oli suunniteltu. Klusteriohjelmien ennakoitua hitaampi käynnistyminen on tehnyt mahdolliseksi kohdistaa enemmän rahoitusta muun muassa uusiin liiketoimintoihin. Osin samoista syistä kauppa- ja teollisuusministeriön toteutunut rahoitus oli suunniteltua selvästi pienempi. Tekesin vuoden 1998 valtuutta supistettiin 40 miljoonalla markalla. Vuonna 1999 suunnitellun ja toteutuneen valtuuden välillä oli eroa 80 miljoonaa markkaa. VTT:n saama nettolisäys jäi 14 miljoonaa markkaa suunniteltua pienemmäksi 1998, mutta se hyvitettiin 16 miljoonalla markalla 1999.

Opetusministeriön selvityksen mukaan vuoden 1997 lisätalousarvio annettiin niin myöhään, että yliopistot pääsivät käyttämään määrärahoja varsinaisesti vasta vuonna 1998. Kuopion yliopiston Bioteknia II -hanke tuli lisärahoitusohjelmaan uutena eränä. Tämä vähensi muille kohteille suunniteltuja resurssien lisäyksiä. Koska opiskelijoiden valinta tutkijakouluihin vaati oman aikansa, Suomen Akatemia ei voinut täysimääräisesti kohdistaa tutkijakouluille varattua rahoitusta vielä 1997. Uudet nelivuotiset tutkijakoulut aloittivat toimintansa vuoden 1998 alussa.

3 | RAHOITUKSEN VAIKUTUKSET

Tässä luvussa on yhteenveto lisärahoituksen vaikutuksia koskevista havainnoista. Tulokset esitetään seuraavassa järjestyksessä:

- vaikutukset perustutkimukseen
- verkottuminen yleisesti ja klusteriohjelmissa
- vaikutukset tuottavuuteen ja työllisyyteen
- vaikutukset uudistamiseen ja aluekehitykseen ja
- Tekesiä koskevia havaintoja.

Perustutkimus

Korkeakoulujen tutkimuksen tehtävä on tuottaa uutta tietoa riippumatta siitä, voidaanko tietoa hyödyntää lyhyellä aikavälillä. Perustutkimuksen merkitys tietoon perustuvalle taloudelle on kuitenkin kiistaton. Nykyisen käsityksen mukaan perinteinen lineaarinen teknologian siirron malli, jossa jokainen innovaatiovaihe on edellisen vaiheen tulosten ainoa käyttäjä, on parhaimmillaankin erikoistapaus. Nykytutkimuksessa korostetaan vuorovaikutuksen lisäämistä kaikissa vaiheissa ja perustutkimuksen jatkamisen tärkeyttä, vaikka kaupallistaminen olisikin jo käynnissä. Tieto leviää tieteellisten julkaisujen ja yhteistyöverkostojen kautta tutkimuksessa, konsultoinnissa, laitteiden ja muiden resurssien kehittämisessä ja ennen kaikkea koulutetun työvoiman siirtyessä korkeakouluista teollisuuteen. Uusia välityskeinoja on syntynyt nopeuttamaan tätä prosessia. Tällaisia ovat tiedepuistot, yrityshautomot, yhtiöittämisen tuloksena syntyneet spin-off-yritykset ja palvelut pienten yritysten ja tutkimuksen välisen yhteistyön käynnistämiseksi. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää arvioida lisärahoituksen vaikutusta suomalaisen perustutkimuksen tilaan ja tasoon.

Rahoitusvaikutukset

Korkeakoulut ovat hyötynneet lisärahoituksesta eniten. Ne ovat saaneet suoraa rahoitusta opetusministeriöltä, tutkimusrahoitusta Suomen Akatemialta ja osan Tekesin yhteistyöhankkeille myöntämästä rahoituksesta. Lisärahoituksesta johtuvat vaikutukset eivät ole yksilöitävissä, vaan lisärahoitus on lähinnä vahvistanut muun rahoituksen vaikutuksia. Tärkeimmät rahoitukseen kohdistuneet vaikutukset näyttäisivät olevan:

- korkeakoulututkimuksen rahoitus on siirtynyt perusrahoituksesta hankerahoitukseen
- Suomen Akatemian ohjelmarahoituksen osuus on kasvanut
- yhteistyötä on lisätty ja rahoitusta koordinoidaan julkisten toimijoiden, erityisesti Suomen Akatemian ja Tekesin, kesken
- uusia tutkijakouluja on perustettu ja olemassa olevia laajennettu
- entistä suurempi osa Suomen Akatemialta rahoitusta hakeneista hankkeista hyväksytään (hyväksymisprosentti kasvoi 14 %:sta 23 %:iin vuosina 1995–1999).

Lisärahoituksen arvioinnissa on tärkeää selvittää, onko rahoitetun tutkimuksen laatu säilynyt, kun rahoitusta saaneiden osuus on kasvanut. Suomen Akatemian mukaan 80 prosenttia hakemuksista on riittävän tasokkaita rahoituksen saamiseksi. Kahdenkymmenenkolmen prosentin hyväksymisosuus osoittaa erittäin kilpailukykyistä rahoitusta. Siirtyminen hankerahoitukseen on lisännyt kilpailua hakijoiden kesken.

Järjestelmän muutokset

Rahoituksen suuntaamisen ohella lisärahoitus on nopeuttanut tutkimusjärjestelmän rakennemuutosta. Huomattavin rakenteellinen muutos on korkeakoulujen tutkimushenkilökunnan merkittävä lisäys (kolminkertaistuminen 1990-luvulla [Suomen Akatemia]). Tutkimus ja koulutus ovat hyötynneet tutkijatohtoripaikkojen lisääntymisestä. On huolehdittava siitä, että järjestelmästä siirtyy tutkijoita teollisuuteen ja että korkeakouluopetuksen tason säilyminen turvataan. Tutkijatohtoreiden määrän kasvu tuo kuitenkin esiin lisärahoituksen vaikutuksen vaarat: jos rahoitus ei pysy nykytasolla, tutkimusalan työllisyys saattaa kärsiä.

Merkittävä osuus lisärahoituksesta käytetään aktiivisesti korkeakoulujen ja teollisuuden verkottumiseen. Tässäkin yleinen suuntaus sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla on kohti rahoituksen lisäämistä. Yhtenä mittarina voidaan mainita, että teollisuuden korkeakoulututkimukseen myöntämä suora rahoitus kasvoi nimellisesti 17 prosenttia vuosina 1995–1998 (68 % vuodesta 1993 vuoteen 1998). Tämä lisäys on jonkin verran pienempi kuin vastaava t&k-menojen 66 prosentin kokonaiskasvu vuosina 1995–1998 (113 % 1993–1998). Varaa parantamiseen on

siis vielä. Yksityinen sektori kohdistikin ainoastaan 1,4 prosenttia t&k-rahoitukseen korkeakouluihin vuonna 1998 (liite 9). [Tilastokeskus]

VTT:n suomalaisia USA-patentteja koskeva tutkimus esittää yhden selityksen, miksi teollisuuden kanssa tehtävän yhteistyön taso ei ole sitä, mitä se voisi olla [Persson, p. 32]. Tutkimus osoitti, että tieteenalan vahvuudet ja innovaatiovahvuudet eivät olleet tasapainossa. Suomi on vahvoilla televiestintä-, puu- ja paperialan patentoinnissa ja niihin liittyvillä tieteen ja tekniikan aloilla, mutta esimerkiksi bioteknologiassa ja lääkealalla patenttien määrä kasvaa suhteellisen hitaasti, kun otetaan huomioon, kuinka vahva tutkimuspohja näillä aloilla on. Tämä puolestaan voi selittyä sillä, että teknologia suuntautuu kansallisesti ja tiede kansainvälisesti. Toisin sanoen lääkealalla tutkijat saattavat tehdä yhteistyötä ulkomaisten yritysten kanssa. Entistä parempi kansallinen yhteistyö edellyttää toimia kummaltakin osapuolelta.

Rahoitus on keskittynyt vahvasti joihinkin korkeakouluihin, eikä tilanne ole muuttunut lisärahoituskauden aikana. Kaksi suurta korkeakoulua – Helsingin yliopisto ja Teknillinen korkeakoulu – vievät noin 40 prosenttia kaikille 20 korkeakoululle kohdistetusta tutkimusrahoituksesta. Oulun yliopisto mukaan luettuna osuus nousee 50 prosenttiin. Viisi korkeakoulua kattaa jo kaksi kolmasosaa t&k-menoista. Toisentyppinen keskittyminen, huippuyksikköpolitiikka, näyttää myös olevan kehityksen kannalta merkittävä tekijä. Pienen maan on saavutettava kriittinen massa, jos se haluaa kilpailla kansainvälisessä tutkimuksessa. Sitä kautta Suomi hyötyy kehityksestä koko Euroopan tutkimusalueella.

Tutkimusalojen luokittelua tarkistettiin vuonna 1997, mikä vaikeuttaa yksittäisten tieteenalojen välisen kehityksen vertailua etenkin luonnontieteiden ja tekniikan aloilla. Jos nämä kaksi alaa käsitetään yhdeksi ryhmäksi, voidaan sanoa, ettei rahoituksen painotus ole muuttunut tieteenalojen välillä kovinkaan paljon (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehitystoiminta vuosina 1993, 1995 ja 1998. Tutkimustoiminnan menot tieteenaloittain. (Tilastokeskus)

Tieteenala	1993		1995		1998	
	FIM 1 000	%	FIM 1 000	%	FIM 1 000	%
Luonnontieteet	465 800	24,2	554 230	22,7	1 117 045	32,1
Tekniikka	547 800	28,5	604 911	24,7	702 236	20,2
Lääketiede	374 100	19,5	456 245	18,7	522 185	15,0
Maa- ja metsätalous	90 500	4,7	100 041	4,1	80 175	2,3
Yhteiskuntatieteet	403 800	21,0	452 709	18,5	699 932	20,1
Humanistiset tieteet	218 200	11,4	277 788	11,4	360 251	10,3
Yhteensä	2 100 300	100,0	2 445 924	100,0	3 481 822	100,0

Taulukossa 5 on luettelo kymmenestä t&k-toimintaan eniten panostaneesta yksittäisestä tieteenalasta vuonna 1998. Biologia ja ympäristötieteet olivat kärjessä. Informaatioteknologian tarpeet näkyvät siinä, että tietojenkäsittelyoppi ja matematiikka ovat päässeet mukaan luetteloon. Myös liiketaloustiede on saamassa enemmän jalansijaa.

Taulukko 5. Kymmenen eniten korkeakouluille suunnattua t&k-rahoitusta saanutta yksittäistä tieteenalaa vuonna 1998. (Tilastokeskus)

	% korkeakoulujen t&k-rahoituksesta	kumul. %
Biologia, ympäristötieteet	10,1	10,1
Kliininen lääketiede	6,4	16,5
Sähkötekniikka	5,7	22,2
Fysiikka	5,5	27,7
Kemia	5,3	33,0
Koulutus	5,1	38,1
Liiketalous, talousmaantiede	4,9	43,0
Tietojenkäsittelyoppi	4,8	47,8
Kielitiede	4,5	52,3
Matematiikka	4,1	56,5
Yhteensä 3481,8 Mmk, 45 tieteenalaa		

Rahoitusrakenteen kannalta on myös rahoituksen tasapaino tärkeä kysymys. Suuntautuminen ulkopuoliseen rahoitukseen on johtanut siihen, että perusrahoituksesta maksetun tutkimuksen infrastruktuurista on pulaa, koska näitä varoja ei ole vastaavasti lisätty. Erityisiä huolenaiheita ovat tutkimuslaitteisto ja kirjastopalvelut. Vielä suurempi huoli on pelko peruskoulutuksen resurssien ohjautumisesta muualle ja siitä aiheutuvat kauaskantoiset seuraukset.

Tutkimuksen laatu ja vaikuttavuus

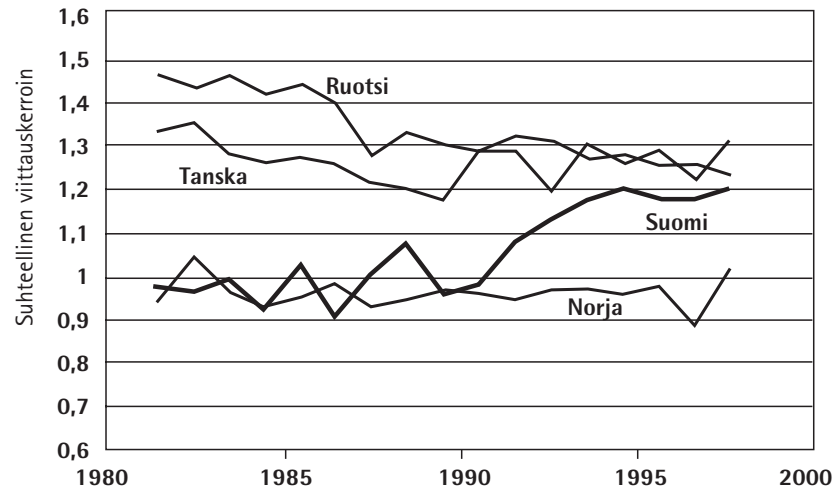
Perustutkimuksen käytännön sovellusarvoa ei voida erottaa laadusta, sillä yrityksiä tuskin kiinnostaa perustutkimus, joka ei ole huipputasoa. Tärkeintä onkin arvioida perustutkimuksen laatua. Suomen järjestelmän toimivuutta on tarkasteltava yhtenä kokonaisuutena, kuten lisärahoituksen arvioinnissa yleensäkin, sillä lisärahoi-

tuksen vaikutusta ei pystytä erottamaan muista vaikutuksista. Ainoa tutkimuksen laadun mitta on riippumaton vertaistarkastelu. Selvityksemme kansainvälisten vertaistutkijoiden tekemistä arvioinneista osoittaa, että tilanne on yleisesti ottaen tyydyttävä. Arviointien kokoaminen ja vertailu on kuitenkin vaikeaa, ja siksi suomalaisen tutkimuksen vaikuttavuuden arvioimiseksi tilattiin VTT:ltä tutkimus tieteellisistä julkaisuista ja viittauskäytännöistä. Tutkimus toi esille monia tärkeitä seikkoja, jotka kaikki todistivat erinomaisesta tasosta ja kansallisesta potentiaalista:

- Suomen tieteelliset tutkimukset ja niihin tehdyt viittaukset ovat lisääntyneet. Suomen osuus maailmalla tehdystä tutkimuksesta on noussut vuoden 1990 0,70 prosentista 0,92 prosenttiin vuonna 1998. Näin suureen kasvuun eivät muut Pohjoismaat ole yltäneet. Vuodesta 1991 lähtien suomalaisiin tutkimuksiin tehtyjen viittausten suhde koko maailman tutkimuksiin tehtyihin viittauksiin on ollut yli maailman keskiarvon, ja 1990-luvun loppupuolella se oli jo selvästi yli maailman keskiarvon (kuvio 7). Kun tutkija viittaa lehden artikkeliin, sitä pidetään yleensä osoituksena siitä, että artikkeli on antanut merkittävän panoksen tutkimukseen. Näin ollen viittauskerrointa pidetään hyvänä vaikuttavuuden ja laadun mittarina.
- Luonnontieteiden ja yhteiskuntatieteiden SCI/SSCI-lehdissä julkaistiin yhteensä 6 623 suomalaista tutkimusta vuonna 1998, mikä merkitsee 66 prosentin lisäystä vuoteen 1990. Korkeakoulujen osuus on lähes 80 prosenttia kaikista tehdyistä tutkimuksista.
- Suhteellisen viittaustason parantuminen selittyy sillä, että suomalaisten tutkimusten tuloksia pyritään yhä enemmän julkaisemaan arvostetuissa¹ kansainvälisissä julkaisuissa. Toisena syynä on se, että suomalaisissa tutkimuksissa on yhä useammin mukana kansainvälisiä tutkijoita (kohta Yhteistyöverkostot ja klusteriohjelmat). Tällaisiin tutkimuksiin viitataan yleensä useammin, varsinkin jos toinen tutkijoista on amerikkalainen. Tämä johtuu yleisestä viittausten painotumisesta kotimaahan ja amerikkalaisten lehtien yleensä suuremmista viittausmääristä. Vaikka julkaistuksi tuleminen tällaisissa lehdissä on vaikeampaa, se ei välttämättä takaa tutkimusten laadullista paremmuutta. Lisäksi jotkin aiheet, etenkin yhteiskuntatieteissä, kiinnostavat kotimaassa mutta eivät päädy amerikkalaisiin tiedejulkaisuihin.

Perustutkimuksen rahoittaminen on tärkeää, jos tietylle alueelle halutaan houkutella teknologista toimintaa. Korkeakoulut voivat myös vauhdittaa taloudellista kasvua olemassa olevissa ja uusissa yrityksissä. Siksi tiedon leviämistä on syytä tarkastella. Voidaan tehdä kaksi huomiota. Ensinnäkin Uusimaa tuottaa noin puolet koko Suomen tutkimuksesta julkaisujen määrällä mitattuna. Vuonna 1998 Hel-

1 Arvostusta mitataan tässä lehden viittauskerroimella, joka ilmaisee sen, kuinka paljon julkaisun artikkeleihin keskimäärin viitataan lyhyellä aikavälillä.



Kuvio 7. Pohjoismaiden suhteelliset viittauskertoimet verrattuna maailman keskiarvoon (=1). [Persson]

singin yliopiston osuus oli 35 prosenttia kaikista Suomen julkaisuista. Tästä huolimatta kehitys kulki vuosina 1986–1998 kohti jonkinasteista hajauttamista, jolloin Uusimaa menetti kolmisen prosenttiyksikköä lähinnä Lounais-Suomelle. Lehtien viittauskertoimien analyysi osoittaa, että tutkimusten määrä ja vaikuttavuus korreloivat keskenään positiivisesti.

Yhteistyöverkostot ja klusteriohjelmat

Yhteistyöverkostot

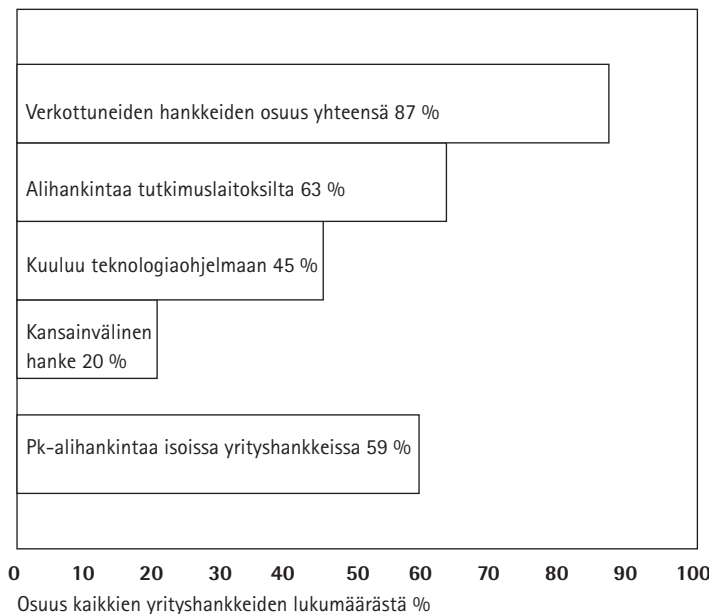
Valtion tiede- ja tutkimusneuvosto on todennut, että Suomen innovaatiojärjestelmä riippuu pitkälti julkisen ja yksityisen sektorin välisestä tiiviistä yhteistyöstä, jonka tärkeimpänä osana on verkottuminen. Verkottumista, joka määritellään tässä yhteistyöksi korkeakoulujen ja teollisuuden välillä, tutkimuslaitosten ja teollisuuden välillä ja suuryritysten ja pienten ja keskisuurten yritysten välillä, pidetään yleisesti yhtenä Suomen vahvuuksista. Kansainvälisten arvioiden mukaan Suomi on maailman kärkimaita minkä tahansa verkottumisen mittapuun mukaan. Euroopan yhteisön toisen innovaatiokatsauksen mukaan 53 prosentilla Suomen innovaatioyrityksistä oli yhteistyösopimuksia korkeakoulujen kanssa vuosina 1994–1996. Yhteistyökulttuuriltaan heterogeenisten EU-maiden keskiarvo oli vastaavasti 7,5

prosenttia. Tutkimuslaitosten kanssa solmittujen yhteistyösopimusten osalta tilanne oli samankaltainen. OECD:n tietojen mukaan Suomi on toisena heti Ruotsin jälkeen, kun tarkastellaan, kuinka suurella osalla yrityksistä on yhteistyösopimuksia korkeakoulujen tai valtion tutkimuslaitosten kanssa. [OECD]

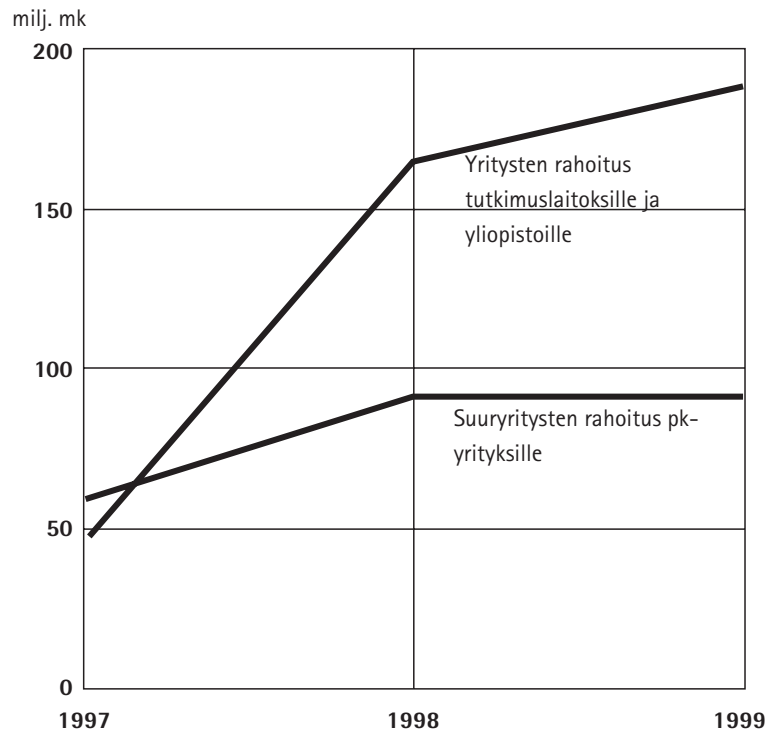
Tämä myönteinen tilanne juontaa ainakin osittain juurensa tutkimuspoliittisiin toimiin. VTT:ltä tilattu selvitys tutkimuksen arvioinneista Suomessa osoittaa, että riittämätöntä yhteistyötä pidettiin heikkoutena 1980-luvulla ja 1990-luvun alkupuolella. Tästä huolimatta tutkimuksen päätelmä on:

”Vuosien mittaan toteutetut toimenpiteet kansallisen t&k-järjestelmän tärkeimpien toimijoiden välisen yhteistyön edistämiseksi ovat olleet onnistuneita. Yhteistyö korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja teollisuuden välillä on yleisesti ottaen vahvistunut. T&k-ohjelmat ovat edistäneet tutkijoiden tavoitesuuntautuneisuutta ja luoneet entistä tiiviimpää yhteistyötä tutkijoiden ja tutkimustulosten hyödyntäjien välille.” [Oksanen]

Verkottumisen aktiivinen tukeminen näkyy Tekesin toiminnassa: 909 miljoonaa markkaa käytetään korkeakouluille ja tutkimuslaitoksille suunnattuun tutkimusrahoitukseen (38 % tutkimus- ja kehitystyön kokonaisrahoituksesta vuonna 1999). Verkottumista tapahtuu myös Tekesin rahoittamien yrityshankkeiden kautta, kuten kuviosta 8 ja kuviosta 9 voidaan nähdä. Teknologiaohjelmien suunnittelu näyttää toimivan yhtenä yritysten ja tutkimusalan välisen verkottumisen foorumina. Kuviosta 9 näkyy yritysten tutkimuslaitoksille ja korkeakouluille myöntämän rahoituksen nopea kasvu vuonna 1997, ja se johtuu ainakin osittain lisärahoitusohjelmasta. Pienten ja keskisuurten yritysten vähäisempi verkottuminen heijastaa Tekesin vai-



Kuvio 8. Verkottuminen Tekesin rahoittamissa yrityshankkeissa.



Kuvio 9. Verkottuminen Tekesin rahoittamissa hankkeissa.

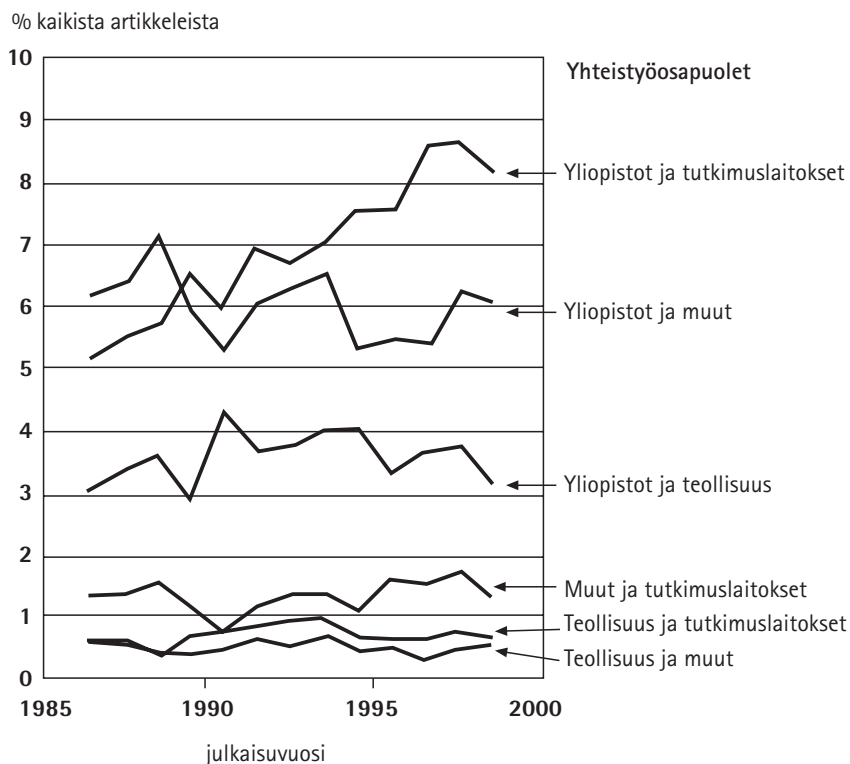
keuksia verkottumistavoitteen saavuttamisessa ja Tekesin silloisten resurssien riittämättömyyttä. Nämä vaikeudet on todettu Tekesissä.

Kuten klusteriohjelmia käsittelevässä kohdassa todetaan, verkottumista voi tapahtua silloinkin, kun mitään rahoituksellista suhdetta ei ole olemassa, esimerkiksi silloin, kun yritykset osallistuvat hankkeiden ohjausryhmiin. Tästä osoituksena on tuore selvitys Tekesin soveltavaan tekniseen tutkimukseen myöntämien määrärahojen vaikutuksesta. Tulosten mukaan yritykset katsoivat ohjausryhmässä työskentelyn auttavan pääsemään käsiksi tärkeisiin tietoihin oman alan uusimmista läpimurroista ja kehityssuunnista, ja kaksi kolmasosaa suunnitteli jatkavansa yhteistyötä. [Bergenwall]

Yleiskuva on enimmäkseen myönteinen, mutta kaksi seikkaa vaikutti huolestuttavilta:

- Tekesin hankeseurantajärjestelmä osoittaa, että verkottumisen kasvu on hidastumassa ja jatkaa hidastumistaan, ellei löydetä uusia kannustimia.
- Pienten ja keskisuurten yritysten yhteistyö korkeakoulujen ja suuryritysten kanssa on vähäistä.

Lisääntynyt panostus verkottumiseen ei ole myöskään heijastunut akateemisten julkaisujen määrään. Bibliometrinen tutkimus osoittaa, että yhteistyö yliopistojen ja teollisuuden välillä on jokseenkin vakiintunutta ja vähenemässä suhteessa kaikkiin Suomessa julkaistuihin tutkimuksiin (kuvio 10). Toisaalta yhteistyö yliopistojen ja tutkimuslaitosten välillä on lisääntymässä. Suuri osa teollisuuden julkaisemista tutkimuksista on tehty yhteistyössä yliopistojen kanssa, ja näiden yhteistyöjulkaisujen osuus on kasvamassa – se kasvoi 46 prosentista 56 prosenttiin vuosina 1986–1998. Useimmat teollisuuden tutkimuksista ovat lääkeyritysten tekemiä. Tämä osoittaa, että teollisuus ei ole kunnostautunut mitatulla alueella. Yhdysvalloissa tutkijakumppanuudet lisääntyvät nopeasti. Niitä vauhdittaa bioteknologiasektori, joka Suomessa on sekä suhteellisesti että absoluuttisesti paljon pienempi.



Kuvio 10. Yhteistyöjulkaisujen osuus kaikista julkaisuista Suomessa. (Huom. luokat eivät sulje toisiaan pois.) [Persson]

Viimeiseksi tarkastellaan verkottumista kansainvälisen yhteistyön kannalta. Useimmissa arvioinneissa todetaan, että Suomen kaltainen pieni maa hyötyy yhte-yksistä kansainväliseen tiedeyhteisöön ja että Suomi on yleensä toiminut aktiivi-sesti kansainvälisten, erityisesti Euroopan unionin, ohjelmien määrittelyssä. Arvi-oinneissa varoitetaan myös, ettei tällainen yhteistyö suurten yleiskustannusten takia ole aina kustannustehokasta. Tämä ei kuitenkaan ole toistaiseksi ollut ylitse-

pääsemätön este. Bibliometrisestä tarkastelusta on käynyt ilmi kansainvälisen tutkijayhteistyön valtava lisääntyminen (159 %:n kasvu vuodesta 1986 vuoteen 1998). Tietysti suurin kasvu on tapahtunut yhteistyössä EU-maiden kanssa, ja EU-yhteistyö on nyt kaksi kertaa yleisempää kuin yhteistyö Yhdysvaltojen kanssa. Tästä huolimatta Yhdysvaltojen merkitys korostuu yhteistoiminnassa, sillä se on edelleen Suomen suurin yksittäinen maakumppani. Yhteistyötä Yhdysvaltojen kanssa pitäisi vahvistaa.

Klusteriohjelmat¹

Klusterityyppisen taloudellisen toiminnan hyödyntäminen on 1990-luvulla tullut yhä tärkeämmäksi useiden EU:n jäsenvaltioiden innovaatio- ja kilpailupolitiikassa. Tässä yhteydessä klusteri ymmärretään verkostoksi. Sen muodostavat samanlaisiin päämääriin pyrkivät yritykset ja organisaatiot, jotka haluavat hyötyä yhteistyöstä. Mukana on yrityksiä, julkinen ja yksityinen palvelusektori, valtiovalta sekä tutkimus- ja koulutusjärjestelmä. Klusterit olivat merkittävä uusi tekijä tutkimukseen vuodesta 1997 lähtien suunnatussa lisärahoituksessa. Kuten sektoriministeriöitä käsittelevässä kohdassa todetaan, kaikkiaan kahdeksan klusteriohjelman on käynnistetty viiden ministeriön alaisuudessa. Pää tarkoituksena on edistää teollisia klustereita tukevaa t&k-toimintaa, mutta tutkimuskohteet on selvästi valittu alueilta, joilla julkinen ja yksityinen sektori voivat vaikuttaa tehokkaimmin yhdessä, eikä alueilta, joilla on eniten teollista toimintaa (nämä alueet voivat tosin olla osittain samoja). Klusteriohjelmat ovat laajuudeltaan ja rakenteeltaan hyvin erilaisia. Mukana on perustutkimusta, soveltavaa tutkimusta, tuotekehitystä ja teknologian leviämistä edistävää toimintaa. Ohjelmissa on mukana yhteensä 441 organisaatiota (niistä 282 yrityksiä), jotka työskentelevät 303 hankkeen parissa (näistä 110 on teollisuusvetoisia). Klustereiden kokonaisrahoitus on 607 miljoonaa markkaa, josta 23 prosenttia on ministeriöiden nimenomaisesti klusteriohjelmaa varten myöntämää kohdistettua rahoitusta². Yksityinen teollisuus on myöntänyt samansuuruisen summan. Alkuperäisen tarkoituksensa mukaisesti klusterit voivat käyttää myös muita julkisia rahoituslähteitä, erityisesti Tekesiä ja Suomen Akatemiaa.

1 Klustereiden tarkastelussa käytetyt lähteet: Tiede- ja teknologianeuvoston antamat tiedot klusterikäsitteestä ja klusteriohjelmissa; VTT:n tutkimus metsäklusterista ja hyvinvointiklusterista; klusterikoordinaattoreiden kommentit VTT:n tutkimuksen yksityiskohdista ja johtopäätöksistä; metsäklusterin koordinaattorin lausunto (metsäklusterin osuus kokonaisrahoituksesta on 34 prosenttia, joten se on suurin klusteriohjelma); Verkkokaveri-ohjelmasta ja hyvinvointiklusterista tehdyt erilliset arvioinnit; metsäklusteriin ja hyvinvointiklusteriin osallistuneiden yritysten edustajien lausunnot.

2 Jos hyvinvointiklusteriin sovelletaan väljempää tulkintaa, ohjelmien kokonaisrahoitus nousee 1,3 miljardiin markkaan [Suomen Akatemia, s. 42].

Monimuotoisuus

Sana "klusteri" kattaa niin monenlaista toimintaa, että yleistystä on vaikea tehdä. Ääriesimerkkeinä kahdeksasta ohjelmasta ovat Verkkokaveri ja Kansallinen työelämän kehittämisohjelma. Edellinen välittää tietoa, eikä sillä ole tutkimuksellisia tavoitteita, kun taas työelämän kehittäminen ulottuu erittäin laajalle alueelle. Tällä ei haluta vähätellä ohjelmien arvoa, vaan todeta ainoastaan, että arvioitavana ei ole pelkästään yksi käsite. On mahdotonta sanoa, ovatko kaikki klusterit klusterikäsitteen mukaisia, koska käsitettä ei ole määritelty selvästi.

Verkottuminen

Kahta edellä mainittua lukuun ottamatta klusterit (erityisesti suurin eli metsäklusteri) ovat alkuperäisen verkottumisperiaatteen mukaisia. Ne kattavat sektorin koko arvoketjun, ja niissä syntyy uusia yhteyksiä. Tämä koskee myös hyvinvointiklusteria ja ympäristöklusteria. Verkottumistavat vaihtelevat. Kuten VTT:n raportissa todetaan, ministeriöt ja tiedettä ja teknologiaa tukevat elimet ovat voineet yhdistää voimansa klustereissa. Näin saavutettu etu jää pysyväksi, jos se saa sektorin toimijat vakuuttumaan tieteen ja teknologian roolista julkisen palvelun tavoitteiden toteuttamisessa. Sponsoreiden yhteenliittymä tekee mahdolliseksi lähestyä arvoketjua kokonaisvaltaisesti.

Verkottumisen toinen taso syntyy sponsoreiden ja osallistujien vuorovaikutuksesta, josta Satakunnan Makropilotti -hanke on hyvä esimerkki. Hankkeen tarkoituksena on luoda integroituja asiakaskeskeisiä palveluja ja toimia pilottihankkeena, kun kunnat, palvelujen tarjoajat ja yritykset kokeilevat sähköistä henkilökorttia. Hyvinvointiklusterissa tuotteet ja palvelut ovat sulautuneet toisiinsa, ja sikäli se edustaa innovatiivisuuden huippua. Tuloksia saadaan aikaan, kun sosiaali- ja terveyspalveluiden tarjoajat saatetaan yhteen teollisuuden ja yksityisten palvelujen kanssa. Mukana ovat myös ne tahot, jotka luovat palveluille puitteet ministeriöissä. Menestys ei ole ollut täydellinen, mutta jo hankkeen alkuvaiheessa voidaan sanoa, että suunta on oikea.

Klustereissa tapahtuu myös tutkijaosapuolten suoraa yhteistyötä. Se on arvokas asia, vaikka ei herätäkään kovin paljon huomiota, koska sitä harjoitetaan myös monissa muissa hankkeissa, etenkin Tekesin teknologiaohjelmissa.

Teollisuuden panos

Koska alkuperäisessä rahoituspäätöksessä pantiin pääpaino teollisille klustereille, teollisuuden panostuksen ja sitoutumisen taso on aiheuttanut huolta. Myös useimmat klusterikoordinaattorit ovat olleet huolissaan ja ilmaisseet, että projektit eivät ole houkuttelleet yrityksiä odotetulla tavalla. Teollisuudesta saadut tiedot osoittavat päinvastaista, ja erityisen voimakkaasti sitoutumisensa ovat tuoneet julki metsäklusterin teollisuusosanottajat. Teollisuuden osanottoa on selitetty monin tavoin:

- Teollisuuden ja koordinaattoreiden mielestä ohjelma käynnistettiin niin nopeasti, etteivät yritykset ehtineet varata siihen tutkimusvoimavaroja.

- Teollisuuden panokseksi pitäisi laskea paitsi projekteihin osallistuminen myös osallistuminen ohjausryhmien työhön, erityisesti silloin, kun on kyse perustutkimuksen tuloksista.
- Tärkeä vähälle huomiolle jäänyt teollisuuden osallistumismuoto perinteisten yritysten ja pienten ja keskisuurten yritysten hallitsemilla aloilla on mukanaolo tutkimus- ja ammattiyhteisöissä, jotka katsovat päätehtäväkseen tiedon levittämisen jäsenille.
- Yhdessä klusterissa oli otettu mukaan Tekesin tukemaa teollista tutkimusta, koska haluttiin tukea verkottumista. Tutkimuksella ei kuitenkaan ollut virallista asemaa, koska yrityksiä ei kiinnostanut raportoida asiasta kahdelle sponsorille.

Edellä sanottu on toki totta, mutta suurin syy on ehkä sittenkin klustereiden strategisessa sijoittumisessa. Niiden vahvuudet, erityisesti yhteistyö julkisen sektorin kanssa, ovat sulkeneet ne teollisuutta kiinnostavan innovaatiotoiminnan ulkopuolelle. Joidenkin koordinaattoreiden mielestä klusteriohjelmien ensimmäistä vaihetta voidaan pitää alkuna, jossa luodaan perusta teollisuuden myöhemmälle osallistumiselle. VTT:n raportissa kehoitettiin myös käynnistämään klustereita aloilla, jotka ovat selkeästi teollisuudenaloja (esim. tietoliikenne). Tästä voi olla eri mieltä, sillä mitä vahvemmin sektori on teollisuusvetoinen, sitä vähemmän julkisella sektorilla on tarvetta olla aktiivisesti mukana (poikkeuksia ovat esim. sellaiset tapaukset, joissa kehitetään standardeja ja kannustetaan uusia yrityksiä). Advantage Finland -tutkimuksessa käsiteltiin lähinnä suomalaisia toimialaklustereita, mutta viimeaikaisissa analyyseissä klustereita pidetään tietovetoisina ja uusia toimialayhdistelmiä hyödyntävinä [Hernesniemi].

Yleisesti ottaen osallistujat tuntuvat olevan tyytyväisiä klusterien hallintoon, vaikka ohjelmat onkin jouduttu käynnistämään hyvin nopeasti. Erityisen paljon on keskusteltu eri lähteistä tulevan rahoituksen koordinoinnista. Useimmiten rahoittajat ovat keskustelleet yhdessä rahoitushakemuksista, minkä jälkeen yksittäisiä hakijoita on kehoitettu noudattamaan rahoittajan menettelytapoja. Tämä voi aiheuttaa synkronointiongelmia ja mahdollisesti myös tavoitteiden hajautumista, jos yhdellä projektilla on useita rahoittajia. Siksi onkin esitetty, että kaiken rahoituksen pitäisi tulla yhdestä lähteestä. Se taas olisi vaikea toteuttaa ja voisi heikentää rahoittajien kiinnostusta, vaikka onkin houkutteleva ajatus. Rahoittajien pitäisi parantaa koordinointia ja poistaa päällekkäisyyksiä (ainakin yhdessä tapauksessa oli jo olemassa Tekesin ohjelma, joka tarjosi samanlaista tukea). Tulevilla kierroksilla olisi päästävä eroon klusteritoiminnan uutuuden ja nopean toteutuksen tarpeen aiheuttamasta tehottomuudesta ja epätasaisuudesta.

Tuottavuus ja työllisyys

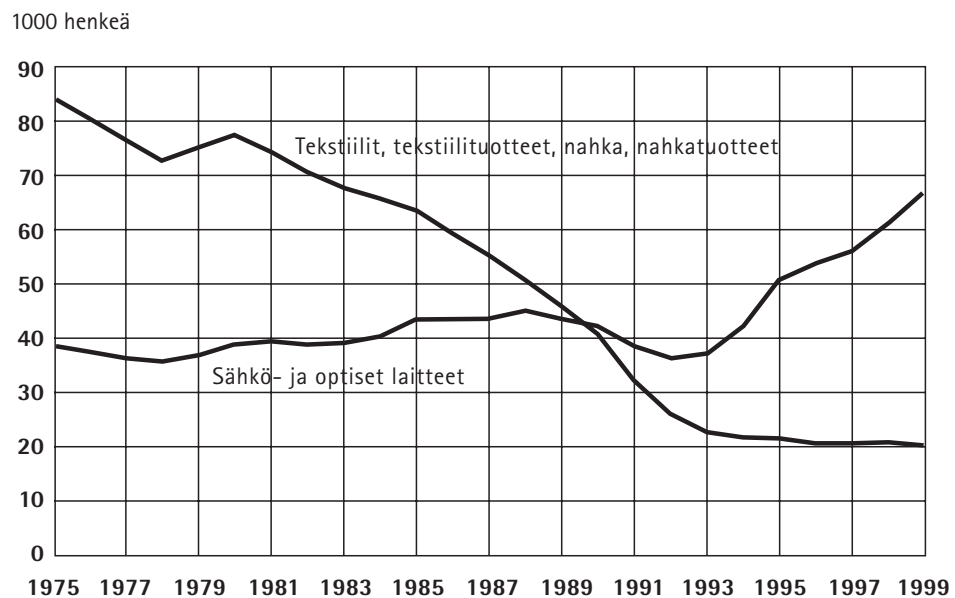
Useimpien OECD-maitten talous on muuttumassa resurssipohjaisesta tietopohjaiseksi. OECD on jo yli kymmenen vuoden ajan aktiivisesti analysoinut tätä kehitystä ja sen luonnetta. Uuden talousteorian, uuden kasvuteorian ja uuden kauppateorian mukaan talous kasvaa, yhteiskunnalliset olot kohenevat ja uusia työpaikkoja syntyy nimenomaan tutkimuksen ja innovaation voimalla. Myös kansainvälinen kilpailukyky perustuu niihin. Empiirinen todistusaineisto osoittaa kuitenkin, ettei tutkimuksen, tuottavuuden ja työllisyyden välinen yhteys ole Suomen ulkopuolellakaan niin yksiselitteinen kuin yleensä ajatellaan. ETLAn tutkimuksessa yksityisesti ja julkisesti rahoitetun t&k-toiminnan vaikutuksesta suomalaisyritysten tuottavuuteen selvitettiin näitä yhteyksiä vuosien 1986 ja 1996 väliseltä ajalta peräisin olevan yritystiedon avulla [Asplund, luku 3]. Analyysi kattaa koko valmisteteollisuuden sekä useita palvelualoja. Tutkimuksesta käy ilmi, että koko alan t&k-intensiteetillä on huomattava vaikutus yrityksen tuottavuuden kasvuun, erityisesti pienissä yrityksissä. Hyvä ammattitaito, varsinkin tekniikan ja luonnontieteiden alueella, sekä tuoteinnovaatiot ovat tärkeä tuottavuutta lisäävä tekijä. Sen sijaan yksittäisten yritysten t&k-panostuksella ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Kuten muistakin OECD-maista tehdyt tutkimukset, tämä osoittaa, että saman alan yritykset saattavat olla hyvin erilaisia. Toimialakohtaiset tulokset osoittavat, että alan t&k-ympäristöllä on ratkaiseva merkitys suomalaisyritysten tuottavuuden kasvuun.

ETLAn tutkimuksesta kävi ilmi myös leviämisvaikutuksen merkitys. T&k-toiminnan leviämisvaikutukset näkyvät yritysten, sektoreiden ja valtioiden tuottavuushetkeiksi vertailtaessa. ETLAn tutkimus vahvistaa, että leviämisvaikutus on tärkeä erityisesti pienille ja keskisuurille yrityksille. Suomessa suurin osa eri alojen t&k-panostuksesta tapahtuu suuryrityksissä, mutta leviämisvaikutuksen kautta suuryritysten voidaan katsoa olevan tärkeitä myös pienten ja keskisuurten yritysten menestymiselle. Muutkin OECD-maissa tehdyt tutkimukset osoittavat, että t&k-toiminnan kansainvälisen leviämisvaikutuksen merkitys kasvaa jatkuvasti.

ETLAn tutkimus viittaa myös siihen, että ammattitaidolla on ratkaiseva merkitys sekä työn tuottavuudelle että pitkän aikavälin teknologisiselle kehitykselle. Tutkimus tukee yleisesti hyväksyttyä käsitystä, että tutkimus ja kehitys sekä koulutus ovat avainasemassa, kun Suomen taloutta ja kilpailukykyä kehitetään.

Kokonaistuottavuus voi kuitenkin luoda väärän kuvan yritystasolla. T&k-panostuksen lisäksi ovat ratkaisevan tärkeitä myös muut tekijät, kuten työntekijöiden koulutus, organisatorinen rakenne ja johtamistaidot. Organisatorisilla muutoksilla on myös merkitystä tuottavuutta kohotettaessa. Yritysten omaksumiskyky määrää, missä määrin ja kuinka tehokkaasti ne pystyvät hyötymään leviämisvaikutuksista. Yksinään t&k-toiminta ei paranna tuottavuutta kovin paljon, eikä pelkästään siihen keskittyminen riitä.

T&k-toiminta vaikuttaa tuottavuuden lisäksi myös työllisyyteen. ETLAn tutkimus teknologisen kehityksen tukemisen vaikutuksesta työpaikkojen syntymiseen suomalaisissa tuotantolaitoksissa [Asplund, luku 4 ja liite II] osoittaa vakuuttavasti, että Suomen valmisteteollisuuden ja palvelualojen huipputekniikan yrityksillä on huomattava työllistävä ja työllisyyttä ylläpitävä merkitys (kuvio 11). Yritystason ja toimialan t&k-panostukset näyttävät edistävän maamme työllisyyttä, joskin suomalaisissa huipputekniikan yrityksissä myös häviää työpaikkoja, kun työvoimaa sekä palkataan että irtisanotaan. Työttömyysvaikutus on kuitenkin suhteellisen vähäinen työllistymiseen verrattuna (taulukko 6). Näyttää siltä, että yksittäisten yritysten korkea tuottavuus ja toimialan huomattava t&k-intensiteetti synnyttävät uusia työpaikkoja erityisesti pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Yritystason t&k-panostukset näyttävät puolestaan olevan tiukemmin sidoksissa työpaikkojen syntymiseen suuryrityksissä. Tutkimus osoittaa, että yritysten t&k-intensiteetti edistää kokonaistyöllisyyttä Suomen taloudessa. Sitä paitsi toimialakohtaisella t&k-intensiteetillä eli yrityksen t&k-ympäristöllä näyttää olevan vaikutusta myös kokonaistyöllisyyteen. Siksi Suomen talouteen on syntynyt suuri määrä ylivoimaiseen kilpailukykyyn perustuvia tuottavia työpaikkoja samalla kun maa on toipunut lamas- ta ja käynyt läpi vaikean sopeutusvaiheen.



Kuvio 11. Kahden suomalaisen teollisuudenalan työllisyys. (Lähde: ETLAn tietokanta)

Tilastokeskuksen tutkimus julkisen t&k-rahoituksen vaikutuksesta suomalaisten yritysten kannattavuuteen ja kasvuun [Lehtoranta] antaa tukea empiiriselle todistusaineistolle: myynnin lisäksi myös tuoteinnovaatiot ja t&k-panostukset toivat uusia työpaikkoja. Suoralla tuella ja tukilainoilla oli pieni mutta tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus yritysten henkilökuntamäärään. Yritysten harjoittaessa itse t&k-toimintaa t&k-intensiteetti ja korkeasti koulutettujen työntekijöiden osuus vaikuttivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi bruttoliikeyvoittoon. Vuosina 1993–1997 myynnin keskimääräistä kasvua lisäsivät korkeasti koulutettujen työntekijöiden ja viennin osuus, tuoteinnovaatio sekä t&k-tuki. Suoran tuen osuudella yrityksen omista t&k-menoista vuonna 1993 näyttää olleen merkitsevä myyntiä kasvattava vaikutus vuosina 1993–1997.

Taulukko 6. Työllisyyden muutokset Suomen valmisteteollisuudessa.

	Toimialan teknologinen taso		
	korkea	keskiverto	alhainen
Työntekijöiden määrä 1995	124 000	84 000	205 900
Työllisyyden muutos, %			
1987–1989	-0,9	23,2	-0,4
1989–1991	-28,1	-22,8	-18,9
1991–1993	1,4	-29,8	-8,4
1993–1995	24,1	39,6	-0,6
1995–1997	9,3	4,9	-4,1
1997–1999	10,3	5,2	1,0
1987–1995	-10,3	-6,8	-29,1
1995–1999	20,6	10,4	-3,1

Huom. teknologiseen tasoon perustuva toimialaryhmittely on OECD:n määritelmän mukainen. Lähde: Parjanne (1999) ajalta 1987–1995, Tilastokeskus 1995–1999 Parjanteen luokittelun mukaan.

Vaikka onkin mahdotonta ilmaista vuosina 1997–1999 myönnetyn t&k-lisärahoituksen tuottavuus- ja työllisyysvaikutuksia määrällisesti, on paljon empiiristä aineistoa, joka tukee käsitystä, että t&k-toiminta edistää uusien työpaikkojen syntymistä Suomeen sekä yritysten ja teollisuustoimialojen sopeutusta huomattavasti.

Muut OECD:n selvitykset osoittavat kuitenkin, että t&k-toiminta edistää yritystasolla työllisyyttä merkittävästi vain suotuisissa oloissa. Siksi suotuisat olosuhteet ovat sekä makrotaloudessa että mikrotaloudessa ehdoton edellytys, jos talous-, tiede- ja teknologiapolitiikan päämääränä on t&k-pohjainen työllisyyden parantaminen.

ETLAn tutkimuksesta käy myös ilmi, että Suomen talouden läpikäymä joudutettu ja voimakas teknologinen ja rakenteellinen muutos on johtanut huomattaviin muutoksiin ammattitaidossa ja lisännyt korkeamman pätevyyden saavuttaneiden työntekijöiden kysyntää (taulukko 7). Alhaista ja korkeaa taitotasoa vaativien töiden epäsuhta on tyypillistä kaikille OECD-maille, ja se voidaan ratkaista ainoastaan työvoiman ammatillista, toimialakohtaista ja alueellista liikkuvuutta tukevan kehittyneen ja joustavan koulutusjärjestelmän, ensimmäisen asteen koulutuksen, ammattikoulutuksen ja talouspolitiikan avulla. Ne, joilla on alhainen koulutustaso, ovat globaalistuvan ja teknologisesti muuttuvan maailman häviäjiä sekä Suomessa että lähes kaikissa muissa OECD-maissa. T&k-toiminnan ja koulutuksen tukemisen ei voida edellyttää ratkaisevan tätä ongelmaa, vaan yhteiskunnallista integraatiota arvostavassa maassa tarvitaan vähän koulutetuille kohdistettuja työmarkkinaohjelmia.

Taulukko 7. Teollisuustyöväestön ja toimihenkilöiden osuudet Suomen talouselämässä.

	1987	1989	1991	1993	1995	1997	1999
Valmisteteollisuus:							
Työntekijät %	72,0	68,5	64,4	63,7	63,5	61,8	62,4
Toimihenkilöt %	28,0	31,5	35,6	36,3	36,5	38,2	37,6
Kaikki toimialat:							
Työntekijät %	44,9	44,2	41,4	39,1	39,5	38,2	38,0
Toimihenkilöt %	55,1	55,8	58,6	60,9	60,5	61,8	62,0

Lähde: Parjanne (1999) ajalta 1987–1995, Tilastokeskus 1997 ja 1999.

Uudistaminen ja alueellinen kehitys

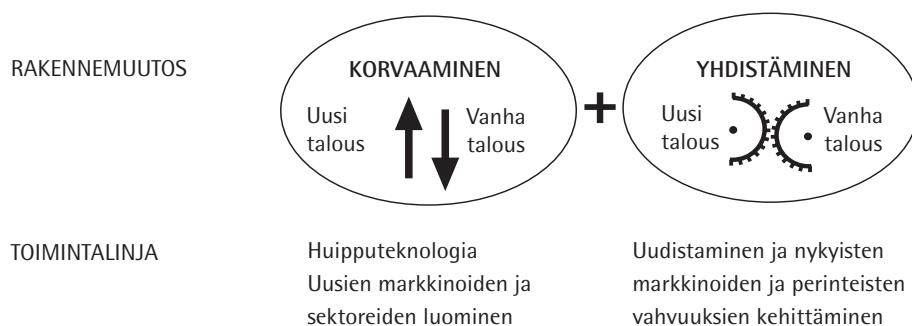
Uuden ja vanhan talouden yhdistäminen

Suomen talouden ja siinä toimivien yritysten kilpailukyky on parantunut huomattavasti, kun maamme teollisuuden painopiste on siirtynyt hitaasti kasvavilta aloilta tietovetoisille toimialoille ja klustereihin. Tämä kehitys on vähentänyt Suomen riippuvuutta metsäteollisuustuotteiden maailmanmarkkinoista. Pienen, avoimen talouden on voitettava koon asettamat rajoitukset erikoistumalla ja hyödyntämällä yritysverkostoja. Erityisesti pienten ja keskisuurten yritysten pitäisi pyrkiä tähän.

Vielä 1990-luvun alussa Suomen talous oli vuosisadan syvimässä lamassa. Talouden romahduksen lisäksi kärsittiin vakavasta rakenteellisesta kriisistä. Nyt talous kukoistaa, ja nopeimmin kasvavat sähkölaiteiden ja optiikan valmistus, vakuutusala, vakuutus- ja rahoituspalvelut, kiinteistöala ja muut palvelut. Kuten muissakin maissa, huipputekniikka ja tietointensiiviset alat (uusi talous) näyttävät tarjoavan parhaat kasvumahdollisuudet. Siksi Suomen tutkimuspolitiikassa onkin nähtävissä keskittymistä uuteen huipputekniikkaan. Vanha talous on jäänyt vähemmälle huomiolle.

Kauppaa koskeissa teorioissa korostetaan, että yksittäisten maiden on erikoistuttava niin taloudellisesti kuin teknologisesti. Useiden tutkimusten mukaan tekninen erikoistuminen ja kaupan erikoistuminen korreloivat positiivisesti. Maat ovat siis taloudellisesti kilpailukykyisiä teknologisilla vahvuusalueillaan. Empiirisesti tarkasteltuina kansalliset innovaatiojärjestelmät ovat erikoistuneet eri teknologia-alueisiin. Maailman tärkeimmät taloudet käyttävät vahvuuksiaan hyvin eri tavoin. Kansainvälisesti erikoistumisprofiileissa ei ole yhtenevyyttä, ja useimmissa maissa aikaisemmat ja nykyiset mallit korreloivat merkitsevästi keskenään positiivisesti, mikä tarkoittaa, että erikoistuminen noudattaa valittua suuntaa. Kun uusia huipputekniikan aloja tuetaan, myös talouden perinteisten alojen uudistaminen edistää niiden kehittymistä ratkaisevasti.

Yleistä käsitystä, että vanhan talouden on väistyttävä uuden tieltä, on muutettava. On myös luotava visio vanhan ja uuden talouden yhdistämisestä (kuvio 12).



Kuvio 12. Vanhan talouden korvaaminen uudella ja näiden yhdistäminen.

OECD:n raporttien mukaan Suomen talouden perinteiset vahvuudet olivat 1980-luvulle asti metsäteollisuus, puutuotteet, huonekalut, paperi, paperituotteet, paineollisuus, perusmetallit, tekstiilit ja nahat. Tässä yhteydessä uudistaminen tarkoittaa, että näillä perinteisillä aloilla aukeaa kokonaan uusia mahdollisuuksia, kun hyödynnetään uusinta tekniikkaa, kuten viestintäteknologiaa, tietotekniikkaa, bioteknologiaa ja uusia materiaaleja. Uudistaminen on myös toimialakohtaisten ja toimialojen välisten innovaatiojärjestelmien kehittämistä (klusteripolitiikka). Julkisen sektorin osallistumisen lisäksi se koskee yritysstrategioita, tuotantotekijöitä, kysyntäolosuhteita ja toimittaja-asiakassuhteita.

Julkisen sektorin myöntämällä t&k-rahoituksella on pyritty juuri tällaiseen uudistumiseen, josta on esimerkkinä suomalaista tekstiili- ja vaateteollisuutta edustava Reima-Tutta Oy. Sen älyvaateprojektin tavoitteena oli kehittää ulkoilupuku, joka parantaa käyttäjänsä mahdollisuuksia selviytyä onnettomuustilanteessa arktisissa oloissa. Reima-Tutta Oy on kehittänyt puvun yhdessä Lapin yliopiston, Tampereen teknillisen korkeakoulun, Suunto Oyj:n (elektroninen kompassi), Polar Electro Oy:n (sykemittari) ja Du Pont Advanced Fibre Systemsin (kuidut) kanssa. Prototyyppi on osittain Tekesin rahoittama.

Toinen esimerkki julkisesta rahoituksesta, jota myönnetään muille kuin huipputeknologia-yrityksille, joskaan se ei sisälly lisärahoitusohjelmaan, on Taitoteknologia-ohjelma. Sen tavoitteena on kääntää työntekijämäärä nousuun käsityöaloilla, kulttuurialoilla, palveluissa ja maataloudessa. Noin kymmenen prosenttia Suomen työvoimasta työskentelee tätä nykyä näillä aloilla. Pullonkaulana on yleensä markkinointi, ja ohjelman tavoitteena on edistää pienten ja keskusuurten yritysten verkottumista ja kansainvälistymistä. Samalla voidaan odottaa parempaa hyötyä niiden tuotekehittelyyn tehdystä julkisen sektorin investoinneista. Pilottiprojekteja on käynnistetty laukku- ja nahkateollisuudessa, soittinrakennusteollisuudessa ja julkisten rakennusten sisustussuunnittelussa.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan ja julkisen rahoituksen vaikutukset

Teknologiasta ja kasvumahdollisuuksista kilpailevat nykyisin pikemminkin alueet kuin valtiot. Erityisesti Euroopan talous- ja rahaliitto nopeuttaa tätä prosessia. Vaikka globaalistuminen ja televiestinnän ja liikenteen jatkuva kehittyminen ovatkin johtaneet siihen, etteivät maantieteelliset rajat enää vaikuta innovaatioon tarvittavan tiedon ja osaamisen saatavuuteen, tietoa ja osaamista tuotetaan ja käytetään edelleen paikallisesti. Tuotantolaitokset sijaitsevat yleensä aluksi siellä, missä tutkimustakin tehdään, ja päinvastoin. Osaaminen ja kokemus yhdistyvät toimijoiden verkostoksi, joka käsittää tieteellisen ja teollisen tutkimuksen, tuotannon ja palvelut, ydintuotteiden ja komponenttien valmistajat, pienet ja suuret yritykset, vanhat ja uudet yhtiöt sekä tarjonnan ja kysynnän lähteet. Alkuvaiheissaan näillä verkostoilla on usein vahvat alueelliset siteet ja ne helpottavat kan-

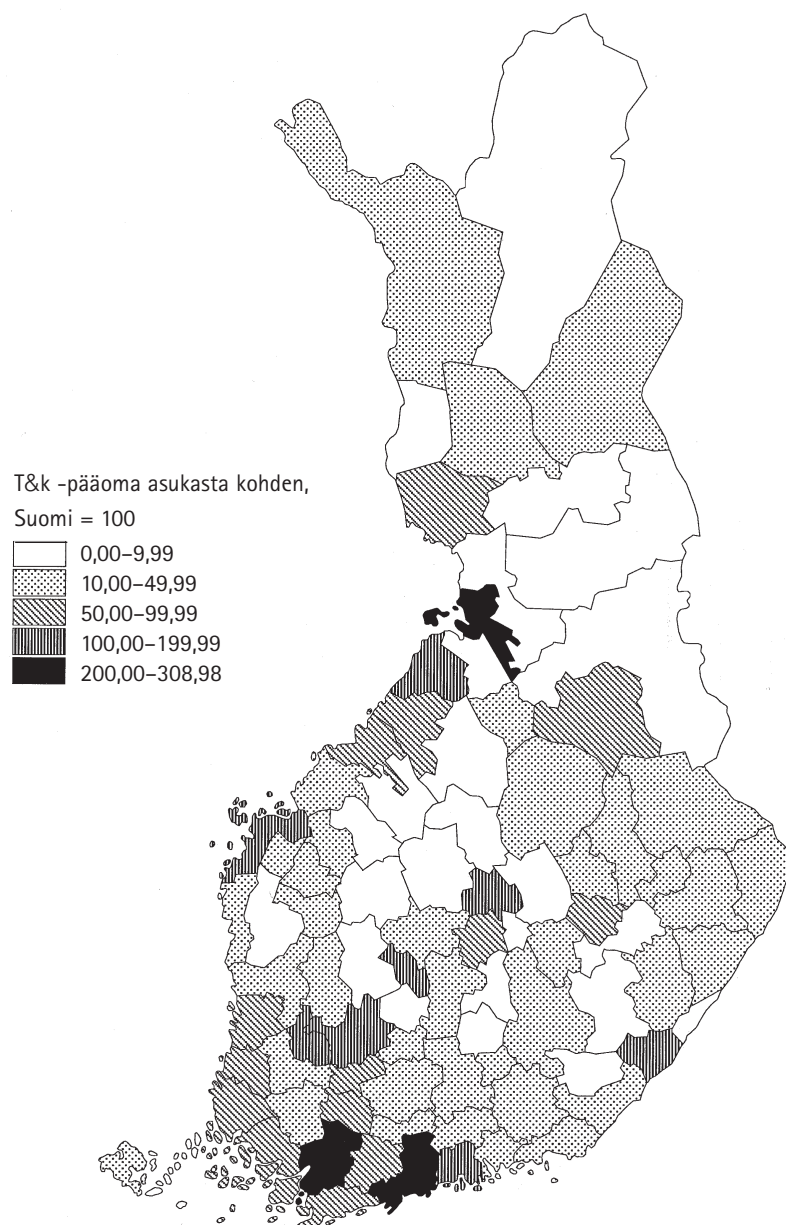
sainvälisesti tärkeiden innovaatiokeskusten muodostumista yhdistämällä kokemusta ja tietoa yhteiseen käyttöön.

Innovatiivisen teollisen osaamisen aluekeskittymille on tyypillistä, että alueen teollisuus tarvitsee korkeakouluista valmistuneita ja työllistää useita tiedemiehiä ja insinöörejä, joita se myös käyttää tutkijoina ja tuotekehittäjinä (korkeatasoiset palvelut). Myös tutkimusintensiivisen teollisuuden sijoittumisessa on alueellisia eroja. Siksi Palkansaajien tutkimuslaitosta pyydettiin tekemään tutkimus- ja kehittämissuorituksen ja julkisen rahoituksen alueellisista vaikutuksista tutkimus [Lehto], jossa todettiin, että hypoteesi taloudellisen ja alueellisen läheisyyden vaikutuksesta pitää paikkansa Suomessa. Toimenpiteet, joilla kasvatetaan tutkimus- ja kehittämistoimintaa yhdessä paikassa jollakin toimialalla, kasvattavat tuottavuutta myös muissa saman toimialan yrityksissä samalla alueella. Samalla lisääntyy muiden samassa seutukunnassa sijaitsevien yritysten t&k-toiminta. Alueen kokonaistyöllisyys saattaa sekin kasvaa, ainakin korkeaa ammattitaitoa vaativissa ammateissa. Tutkimus osoittaa myös, että pienet ja keskiuuret yritykset ovat suuria riippuvaisempia maantieteellisistä etäisyyksistä.

Alueen tutkimusintensiiteetillä on myönteinen vaikutus yksittäisten yritysten t&k-toimintaan ja tuottavuuteen. Kun korkea-asteen koulutuksen saaneiden työntekijöiden osuus yrityksen henkilökunnasta kasvaa, myös tuottavuus kasvaa tuntuvasti. Tehtaan oma t&k-toiminta ja samassa seutukunnassa tehtävät ulkoiset t&k-paunostukset vahvistavat alueen t&k-toimintaa, mutta eivät välttämättä paranna samalla alueella sijaitsevan, vähäisempää koulutusta vaativan toiminnan kilpailukykyä. Päinvastoin, useat seutukunnat, joissa tehdään vain vähän tutkimus- ja kehitystyötä, joissa elinkustannukset ovat alhaiset ja joissa on sopiva infrastruktuuri ja vapaata työvoimaa, tarjoavat suotuisat olosuhteet kokoomalinjojen ja muiden vähäistä ammattitaitoa vaativien toimintojen perustamiselle.

Kuviosta 13 käy ilmi yritysten t&k-pääoman maantieteellinen jakautuminen. Salo, Helsinki ja Oulu ovat asukasmäärään nähden t&k-intensiivisimpiä seutukuntia (indeksin arvo yli 200). Seuraavina ovat Koillis-Pirkanmaa, Porvoo, Vaasa ja Tampere (150–199). Viimeinen maan keskiarvon ylittävä ryhmä on Äänekoski, Imatra, Raahe ja Lounais-Pirkanmaa (100–149). T&k-pääoma tarkoittaa yritysten omista aiemmista t&k-investoinneista kertynyttä t&k-pääomaa vuonna 1997. Arviossa ei ole mukana julkisen sektorin eikä yliopistojen tutkimus ja tuotekehitys.

Tulosten perusteella t&k-toimintaa voidaan kehittää myös alueellisesti. Niistä käy myös ilmi kasvava tietoisuus tutkimuspolitiikan vaikutuksesta teollisen ja julkisen t&k-infrastruktuurin alueelliseen jakaumaan, verkostojen ja yhteyksien perustamiseen ja julkisen tutkimuksen ja teollisen t&k-toiminnan välisten yhteyksien kehittämiseen. Suomessa voidaan kuitenkin muiden OECD-maiden ja erityisesti EU:n tapaan sanoa, että tasapainoisen alueellisen kehitystavoitteen (kuten EU:n koheesio) ja kansallista kilpailukykyä tukevan kansallisesti ja kansainvälisesti tasokkaan t&k-toiminnan välillä on ristiriita. Useissa maissa näiden tavoitteiden yhdistelmä on johtanut kielteisiin ja tehottomiin linjauksiin, jos vain yhtä tutkimuspoliittista keinoa on käytetty kahden eri tavoitteen saavuttamiseksi. Alueelli-



Kuvio 13. T&k-pääoma asukasmäärään suhteutettuna seutukunnittain vuonna 1997.

seen tasapainoon ja kansallisesti ja kansainvälisesti tasokkaaseen t&k-toimintaan on pyrittävä eri keinoin.

Tekes

Teknologian kehittämiskeskuksen toiminnan vaikutuksia on jo tarkasteltu verkottumista ja klustereita käsittelevissä osissa. Käsityksemme mukaan Tekes on Euroopan innovaatorahoittajien huippua, koska sen rahoitus on turvattu ja koska sen hankkeet valitaan ja niitä johdetaan hyvin tiukkojen periaatteiden mukaisesti. Suurin osa teollisuutta edustaneista haastatelluista ilmaisi arvostavansa Tekesin toimintaa. Tähänastinen menestys ei kuitenkaan saa estää sopeutumista nopeisiin globaaleihin muutoksiin. Itse asiassa Tekesin strategia pitäisi arvioida uudelleen vuoteen 2002 mennessä (edellinen arvio tehtiin vuonna 1995). Arviointi tulisi mahdollisesti ulottaa koskemaan innovaatiojärjestelmän muitakin teollisuuden kanssa tekemisissä olevia toimijoita. Nämä kommentit perustuvat suppeampaan tietoon.

Tekesissä on tiedostettava selkeämmin, että innovaatiot eivät ole pelkästään teknologisia. Strategia ja uusi organisaatorakenne ovat oikeansuuntaisia, mutta niiden vaikutukset ovat verkkaisia. Useiden uusien taloussektoreiden poikkitieteelliset vaatimukset edellyttävät yhteiskuntatieteiden, johtamisen ja myös humanististen tieteiden entistä selkeämpää yhdistämistä luonnontieteisiin ja teknologiaan. Tässä raportissa on esimerkki yhtiöstä, jossa pitkälle kehitetyllä teknologialla saadaan tuotettua korkealuokkaisia vaatteita. Tällaisilla alueilla Tekes voisi kehittää tulevaa toimintaansa.

Innovaatiomenestys ei synny pelkästään huipputuotteista tai -prosesseista, vaan se edellyttää myös niiden yhdistämistä liiketoiminta- ja markkinointitaitoihin ja kaupalliseen osaamiseen. Pieniä yrityksiä voitaisiin auttaa nykyistä enemmän tällaisten valmiuksien hankkimisessa. Lupaavaan alkuun päässyt toiminta näyttää vaativan lisää resursseja.

Kolmas huomio liittyy LTT:ltä tilattuun tutkimukseen [Huolman]. Siinä todetaan, että Tekesin tuki kulkeutuu elinvoimaisille yrityksille. Tämän sinänsä hyvän asian lisäksi olisi rohkaistava niitä lukuisia yrityksiä, joiden ainoa kosketus teknologiaan ovat laitehankinnat. Tähän asti teknologian leviämistä perinteisille ja uudistuksiin nihkeästi suhtautuville aloille on jarruttanut se, että samoja keinoja on käytetty kaikilla sektoreilla. Tiettyjen sektoreiden tarpeet täyttävät täsmäohjelmat voisivat olla parempi ratkaisu.

On huolestuttavaa, että Tekesiä on painostettu jakamaan avustuksia alueellisiin perustein. Usean vuosikymmenen kokemukset teknologiapolitiikasta osoittavat, ettei aluetuen ja osaamistuen yhdistelmä tuota tuloksia. Ne on pidettävä selkeästi erillään.

4 TULEVAISUUDEN TOIMINTALINJOJA

Valtion tiede- ja teknologianeuvosto totesi vuonna 1996 tiedon ja osaamisen olevan ratkaisevan tärkeää taloudellisen kasvun, työllisyyden ja sosiaalisen hyvinvoinnin edistämiseksi. Tähän ajatukseen tietopohjaisesta yhteiskunnasta perustui päätös lisätä julkista tutkimusrahoitusta, jonka vaikuttavuutta meitä pyydettiin arvioimaan. Rahoituksen lisäämistä koskevan päätöksen pohjana olleet oletukset ovat sittemmin osoittautuneet oikeiksi, ja kehitys on ollut ennakoituakin nopeampaa. Tieteen ja teknologian nopea kehitys, teollisuuden ja tieteen globalistuminen, siirtyminen tietopohjaiseen talouteen ja inhimillisen pääoman kasvava merkitys kilpailutekijänä vaikuttavat kansalliseen kilpailukykyyn. Globaaleja muutoksia on kuvattu tarkemmin liitteessä 10.

Tehtävänä on ollut arvioida tutkimuksen lisärahoituksen vaikutuksia, mutta olemme tutkineet myös Suomessa myönnetyn tutkimusrahoituksen vaikutuksia yleensä. Tekemämme selvitykset kattoivat Suomen innovaatiojärjestelmän tärkeimmät toimijat, ja niissä käytettiin useita erilaisia menetelmiä. Tulokset viittaavat yksiselitteisesti siihen, että noudatettu tutkimusrahoituspolitiikka on ollut erittäin onnistunutta.

- Ulkopuolisten asiantuntija-arvioiden ja tieteellisten julkaisujen perusteella voidaan sanoa, että Suomen perustutkimus on erittäin korkeatasoista. Suomen osuus kansainvälisestä tutkimuksesta on kasvanut huomattavasti, ja maassamme laadittuihin tutkimuksiin viitataan yhä useammin. Näin Suomi on pitkän aikavälin tutkimusinvestointien avulla parantanut asemiaan sekä absoluuttisesti että suhteessa muihin maihin.
- Tieteen ja teollisuuden keskinäistä verkottumista pidetään kansainvälisesti Suomen vahvuutena, ja tälläkin alueella on kahden viime vuosikymmenen aikana edistytty huomattavasti. Suomen tiede on myös entistä kansainvälisempää.
- Teollisuuden t&k-menot ovat kasvaneet merkittävästi samaan aikaan kun julkisen rahoituksen osuutta on lisätty. Yritysten t&k-panostuksen kasvulla on havaittu olevan selvä vaikutus tuottavuuden kasvuun. Lisäksi suomalaisten suur-yritysten menestyksen on todettu leviämisvaikutuksen kautta hyödyttäneen myös pieniä ja keskisuuria yrityksiä.

- T&k-toiminta vaikuttaa tuottavuuden ohella myös työllisyyteen. Yritysten t&k-panostus yhdessä osaamistason nostamisen ja makrotaloudellisten edellytysten kanssa myötävaikuttaa työpaikkojen syntyyn.
- T&k-toiminnan alueellinen merkitys on osoitettu selvästi. Korkeasti koulutetun työvoiman merkitys alueen tuottavuudelle on sekin kiistaton.
- Klusteriohjelmissa syntyneen uudenlaisen yhteistyön voidaan odottaa tuottavan koko kansakuntaa hyödyttäviä tutkimuksen ja kehittämistoiminnan tuloksia muun muassa hyvinvoinnin ja perinteisen teollisuuden uudistamisen alueilla.

Näistä saavutuksista huolimatta on varaa vielä parantaa nykyisiä toimintatapoja ja kehittää uusia vastaamaan muuttuvan ympäristön haasteisiin jo tällä vuosikymmenellä. Mielestämme pitäisi seuraavaksi

- parantaa yksilöiden, sektoreiden ja järjestelmien osaamista
- kehittää julkista ja yksityistä t&k-toimintaa yhdessä
- laajentaa näkökulmaa innovaatioon ja ongelmanratkaisuun
- tasapainottaa huipputeknologia, uuden ja vanhan talouden integrointi ja teknologian leviäminen
- vahvistaa Suomen kansainvälistä vetovoimaa ja vaikutusta
- torjua syrjäytymistä (alueet, työvoima, yksilöt).

Seuraavassa käsitellään analyysiin perustuvia ehdotuksia, jotka on kuitenkin tarkoitettu vain näistä peruslinjauksista käytävän keskustelun pohjaksi.

Ehdotukset

- 1 Tutkimusrahoitukselle on asetettava jatkuvasti kunnianhimoisia tavoitteita.
- 2 Perustutkimuksen edellytyksiä on parannettava.
- 3 Klusteritoimintaa on kehitettävä.
- 4 Uusi ja vanha talous on yhdistettävä.
- 5 Innovaatiotoimintaan on kiinnitettävä enemmän huomiota.
- 6 Työvoiman tulevaan pätevyystasoon on panostettava.

Tutkimusrahoitukselle on asetettava jatkuvasti kunnianhimoisia tavoitteita

Lisärahoitusohjelman tavoitteet asetettiin melko korkealle. Nyt valmistuneet selvitykset osoittavat, että kokonaisuutena ottaen niin laadulliset kuin määrällisetkin tavoitteet on saavutettu. Vaikka ohjelman lopulliset tulokset eivät ole selvillä vielä pitkään aikaan, jo nyt voidaan osoittaa sillä olleen paljon myönteisiä kerrannaisvaikutuksia Suomen talouteen. Kaikkia tavoitteita ei saavutettu, koska joidenkin ohjelmien käynnistäminen kesti odotettua pitempään, jolloin koko prosessi viivästyi.

On havaittu, että kunnianhimoiset tavoitteet ja tulosten seuranta johtavat hyviin tuloksiin. Rahoituksen lisääntyessä on kuitenkin huolehdittava siitä, että rahan käytön valvonta pysyy tasapainossa rahoituksen lisääntymisen kanssa. Esimerkiksi suurin lisärahoituksen kanavoija, Tekes, ei ole kustannusseurannassaan eritellyt lisärahoituksen käyttökohteita. Myös hyvinvointiklusterin toimintaohjelmasta olisi tarvittu yksilöidympää tietoa. Mahdollisimman ajantasaisia ja vertailukelpoisia tilastoja tieteestä ja teknologiasta tarvitaan päätöksenteon tueksi vastakin.

On harkittava, pitäisikö tuettavista hankkeista pyytää sisältöraportit myös projektin kestäessä. Tällöin pitäisi aidosti arvioida, onko mahdollisesti syytä keskeyttää rahoitus ja tehdä näin tilaa kenties hedelmällisemmälle hankkeelle. Toisaalta arviointien yleistyessä on mietittävä keinoja, joilla arvioitavaa organisaatiota voisi kuormittaa vähemmän. Yhteisrahoitteisissa hankkeissa pitäisi pyrkiä siihen, ettei tutkimusrahoituksen saajan tarvitse raportoida moneen järjestelmään.

Sekä klusterihankkeiden seurantaa että ministeriöille osoitettujen sitomattomien tutkimusmäärärahojen käytön arviointia on syytä jatkaa. Vuonna 1999 sitomattomaa tutkimusrahaa oli yhteensä lähes 700 miljoonaa markkaa (summaan ei sisälly yliopistosairaaloille myönnetty osuus), ja tämän summan käyttöä on seurattava järjestelmällisesti.

Suomen lisärahoituspäätöksen jälkeen tutkimusrahoitus on kasvanut Yhdysvalloissa jatkuvasti, ja esimerkiksi Iso-Britannia ja äskettäin myös Ruotsi ovat lisänneet tutkimuspanostustaan ja asettaneet uusia kunnianhimoisia tavoitteita. Lähinnä Suomen lisärahoituksen kaltaiset esimerkit ovat Itävallassa ja Irlannissa. Muutтуvalle maailmantaloudelle on tyypillistä jatkuva kilpailu – oppiminen ilman hengähdystaukoja. Siksi suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:

- Tutkimusrahoitus on ehdottomasti pidettävä nykyisellä korkealla tasollaan, jotta Suomen talouskasvu ja vaurastuminen saadaan turvatuksi.
- Pystyäkseen ylläpitämään ja parantamaan kilpailukykyään Suomen on harkittava uuden, tarkkaan kohdennetun lisärahoitusohjelman käynnistämistä.

Perustutkimuksen edellytyksiä on parannettava

Tutkimusyhteisö on tietopohjaisen talouden tukipilareita. Se tuottaa ideoita ja koulutettuja asiantuntijoita ja on samalla ikkuna globaaliin tutkimustoimintaan, josta Suomi voi erikoisaloillaankin toivoa saavansa vain muutaman prosentin osuuden. Ilman huippuluokan tutkimuspohjaa Suomi ei myöskään kykene houkuttelemaan maailmanlaajuisesti toimivia yrityksiä alueelleen eikä saa niitä pysymään maassa.

Sen lisäksi, että t&k-rahoitus on pidettävä nykyisellä korkealla tasolla, on syytä tarkastella myös seuraavia seikkoja:

- Projektirahoituksen nopea kasvu suhteessa perusrahoitukseen rasittaa korkeakoululaitosta huomattavasti. Varsinkin tieteellisen tutkimuksen vaatimat laitteet ja kirjastot ovat jääneet jälkeen niille asetetuista vaatimuksista. Samaan aikaan tutkimus on kansainvälisesti tulossa yhä pääomavaltaisemmaksi myös niillä aloilla, joilla laitteistoja ei perinteisesti ole käytetty. Erityisen investointiohjelman tarve olisi selvitettävä.
- Korkeakouluissa tehtävässä tutkimuksessa syntyviä immateriaalioikeuksia on selvitettävä. Niistä on tulossa yhä tärkeämpi tekijä kansainvälisessä liiketoiminnassa, ja siksi on toimittava nopeasti.
- Taloudellisten ja yhteiskunnallisten ongelmien ratkaiseminen vaatii kokonaisvaltaista lähestymistapaa. Siksi korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten on tarjottava koulutusta ja mahdollisuudet poikkitieteelliseen tutkimukseen sekä lujitettava perustutkimuksen, soveltavan tutkimuksen ja teollisen tutkimuksen välisiä siteitä. Myös perustutkimusta voidaan tehdä tehokkaasti tietyn tavoitteen tai ongelman yhteydessä.
- Suomessa tehdään korkeatasoista perustutkimusta esimerkiksi lääkealalla ja biologiassa, kun taas teollista perustutkimusta on suhteellisen vähän. Siksi on kehitettävä uudenlaisia kontaktipintoja korkeakoulujen ja teollisuuden välille, mikä tarkoittaa kansainvälisten yhteyksien luomista tai tehokkaampia ponnisteluja uusien suomalaisyritysten perustamiseksi.
- Huippuyksiköt ovat edelleen tehokas keino kehittää lupaavia tutkimusaloja nopeasti.

Klusteritoimintaa on kehitettävä

Kokonaisuutena ottaen klusteritoiminta on innovaatiokokeilu, joka perustuu siihen, että kehitystä voidaan vauhdittaa tehokkaasti vahvistamalla talouden eri osapuolten yhteyksiä. Klustereissa on huomattavat voimavarat saatu käyttöön suhteellisen pienin investoinnein. Koska menetelmä on uusi, sen käynnistäminen ei ole sujunut ongelmitta. Klusteriarvioinneissa on todettu, että lopullisia johtopäätöksiä ei vielä voida tehdä, mutta klusteritoiminnan jatkaminen näyttää perustellulta. Vaikka julkinen rahoitus on vaikuttanut vauhdittavasti, yksikään klusteri ei ole edennyt niin pitkälle, että yksityisen sektorin voitaisiin edellyttää vastaavan sen kokonaisrahoituksesta. Klusteriorganisaatioiden pitäisi kuitenkin oppia kokemuksistaan ja kohdistaa toimintansa nykyistä tarkemmin ja suunnitelmallisemmin.

Uusille klustereille on tilaa, mutta ensin on selvitettävä varsinaiset päämäärät. Suurimmat mahdollisuudet ovat alueilla, joilla luodaan kokonaan uusia yhteyksiä. Näitä ovat esimerkiksi alueet, joilla halutaan parempia julkisia palveluja ja joilla on innovatiivisia teollisuustuotteita ja prosesseja tällaisten parannusten toteuttamiseen.

Uusi ja vanha talous on yhdistettävä

Onnistuneiden t&k-investointien ansiosta niin sanottu uusi talous (huipputekniikkaa hyödyntävät teollisuudenalat ja tietopainotteiset palvelut) tarjoaa parhaat kasvumahdollisuudet. Siksi Suomen tutkimuspolitiikassa onkin nähtävissä keskittymistä uuteen huipputeknologiaan, ja vanha talous on jäänyt vähemmälle huomiolle.

On muutettava yleistä käsitystä, että vanhan talouden on väistyttävä uuden tieltä, ja luotava visio vanhan ja uuden talouden yhdistämisestä.

Ehdotamme seuraavia ohjelmia ja toimenpiteitä:

- perinteisille teollisuudenaloille luodaan uusi liiketoimintakonsepti, joka perustuu esimerkiksi sähköiseen kaupankäyntiin, uusien osien integrointiin, tuotteiden ja palvelujen yhdistämiseen sekä muotoilun hyödyntämiseen
- kehitetään ja kokeillaan uudentyypisiä johtamistapoja sekä innovatiivisia organisaatio- ja tuotantomuotoja
- tehdään lisää tutkimuksia näiden yritysten ja alojen mahdollisuuksista ja tarpeista
- kauppa- ja teollisuusministeriön on harkittava alueellista innovaatiopolitiikkaansa uudelleen ja selvitettävä työvoima- ja elinkeinokeskusten roolia siinä.

Innovaatiotoimintaan on kiinnitettävä enemmän huomiota

Koska teknologiatyöntöinen innovaatiopolitiikka on jo tuottanut tulosta, huomio on nyt kohdistettava asiakasvetoisuuteen. Joissakin tapauksissa tämä edellyttää toiminnan laajentamista tuotteiden, prosessien ja palvelujen kehittämisestä innovaatioon, siis tulosten menestykselliseen kaupallistamiseen asti. Tekes on vuodesta 1998 saakka pyrkinyt strategiassaan tähän päämäärään, mutta tavoitteen saavuttamiseksi on toimittava vielä nykyistäkin tehokkaammin ja nopeammin.

Tuotteita kehitettäessä ja uusia tuotteita markkinoitaessa on ymmärrettävä, että eri kulttuurien ja uskontojen alueilla elävien asiakkaiden tarpeet ovat erilaisia. Myös kulttuurinen taitotieto on tarpeen, kun kasvaville sisältö- ja merkitysmarkkinoille kehitetään uusia tuotteita ja palveluja. Tämä koskee erityisesti Suomen kaltaista pientä maata, jonka vienti suuntautuu useisiin arvoiltaan ja tarpeiltaan erilaisiin maihin.

Onnistunut innovaatiopolitiikka edellyttää luovia ratkaisuja ideoiden saamiseksi myös muista maista Suomessa kehitettyjen lisäksi. Teknologiansiirtopolitiikkaa pitäisikin kehittää tiedon ja osaamisen siirron suuntaan. Pienten ja keskisuurten yritysten kannustaminen uuden teknologian käyttöön edellyttää uusia ideoita ja ratkaisuja.

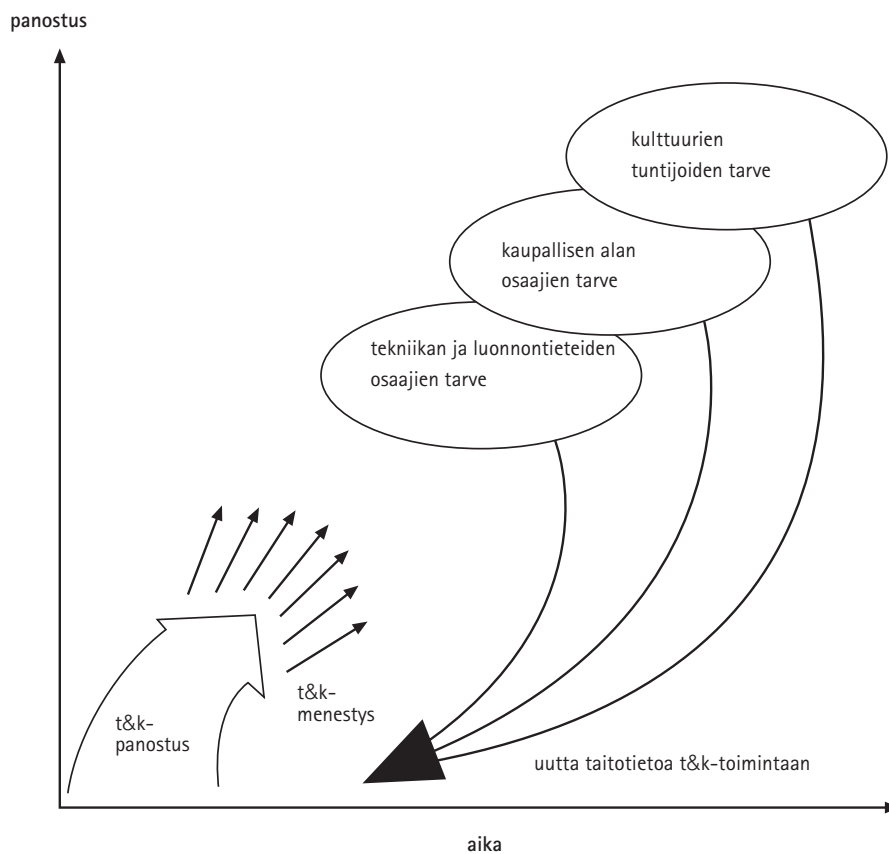
Suomen riskipääomamarkkinat ovat kehittyneet nopeasti, mutta varhaisen vaiheen siemenrahoitusmarkkinoiden toimivuutta täytyy parantaa edelleen. Yrityshautomoiden laatua ja tehokkuutta pitää kehittää, ja samalla on luotava uudentyyppisiä kansainvälisiä ja virtuaalisia hautomaita, joilla voidaan auttaa erityisesti uusia pieniä aluetason yrityksiä.

Pieniä yrityksiä varten olisi harkittava erityistukea edistämään tuotteiden kaupallistamista. Pienten kotimarkkinoiden vuoksi suomalaisten yritysten on kansainvälistyttävä varhain.

Liiketoiminta-ajattelun kehittäminen teknologiapolitiikassa ja erityisesti pienissä ja perinteisten alojen yrityksissä vaatii johtamis- ja kansainvälistymiskoulutuksen tehostamista ja uudelleensuuntaamista. Yleisemmällä tasolla voidaan myös kysyä, miksi Suomi ei kiinnosta sijoittajia enemmän. Suomen innovaatiopolitiikan pitäisikin ottaa asiakseen houkutella maahan kansainvälisiä yrityksiä, jotka pystyvät hyötymään maamme tiedepohjasta ja koulutetusta työvoimasta.

Työvoiman tulevaan pätevyystasoon on panostettava

Jotta Suomen teknologiapolitiikka tuottaisi tulosta myös tulevaisuudessa, tutkimuksen ja koulutuksen on oltava korkeatasoista. Pula erityisesti pätevistä tietotekniikan asiantuntijoista on vaivannut teknologia-alaa ja luonnontieteitä jo vuosikausia. Kaupallisen alan osaajia kaivataan enemmän. Lähitulevaisuudessa alkaa myös kulttuurialan osaajista olla pulaa. Tämä kehitys on esitetty kuviossa 14.



Kuvio 14. Tutkimuksen tie innovaatioksi edellyttää monipuolista osaamista.

Perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen erot ovat hämärtyneissä, kun uusi tutkimusmalli yleistyy. Se korostaa tarvetta kiinnittää huomiota pitkän aikavälin strategisluontoiseen soveltavaan tutkimukseen ja siihen, että perustutkimusta olisi voitava tehdä myös muissa tutkimuslaitoksissa kuin korkeakouluissa.

Ainoastaan korkeatasoinen perustutkimus turvaa laadukkaan soveltavan tutkimuksen ja pätevän opetuksen ja sitä kautta myös Suomen innovaatiopolitiikan tulevan menestyksen.

Osaamisyhteiskunta on erittäin haavoittuvainen, sillä kilpailukyky voi hävitä hetkessä. Siksi kilpailu on kovaa ja on muuttunut oppimiskilpailuksi. Vain ne, jotka oppivat muita nopeammin, ketterämmin ja älykkäämmin, voivat odottaa menestävansa. Tämä asettaa erityisvaatimuksia Suomen koululaitokselle. Erityisesti tyttöjä on rohkaistava opiskelemaan luonnontieteitä ja matemaattisia aineita.

Julkinen sektori voi paitsi tarjota kansalaisille tietotekniikkakoulutusta myös itse opetella taitavaksi tietotekniikan käyttäjäksi. Luomalla kehittyneitä tietotekniikkasovelluksia se voi vaikuttaa työntekijöiden, yritysten ja kuluttajien asenteisiin ja tehdä tietotekniikan omaksumisen näille ryhmille nykyistä edullisemmaksi. Tämä on erityisen hyödyllistä, jos informaatioteknologian käyttö on tulevalle talouskasvulle tärkeämpää kuin sen tuotanto.

Korkeakoulutasolla on kaksi huomattavaa ongelmaa:

- Kestää keskimäärin lähes kolme vuotta, ennen kuin ylioppilastutkinnon suorittaneet pääsevät korkeakouluun. Nuorten ihmisten aikaa ja tarmoa menee näin hukkaan.
- Oppiaineesta toiseen siirtyminen on vaikeaa ja aikaavievää. Nopeasti muuttuvassa maailmassa koulutusjärjestelmältä vaaditaan joustavuutta.

Koska korkeakoulujen opetus kärsii rahapulasta, tulevaisuuden mahdollisuudet ovat karkaamassa käsistämme. Tämän päivän opiskelijat ovat tulevaisuuden osajia ja tieteen tekijöitä. Jos tulevaisuuden tieteen tekijät eivät voi opiskella opettajan johdolla, he eivät ole myöskään kilpailukykyisiä kansainvälisesti.

Korkeakoulujen on tulevaisuudessa kyettävä lisäämään ulkomaisten, varsinkin itäeurooppalaisten, opiskelijoiden määrää huomattavasti. Suomalaisilla korkeakouluilla on paljon tarjottavaa myös kehittyneistä maista tuleville opiskelijoille.

Koska tarvitaan huomattavia rakenteellisia ja sisällöllisiä muutoksia, on harkittava erillistä ohjelmaa, jolla turvataan riittävä rahoitus.

Lopuksi on koulutuksessa korostettava sitä, että elinikäinen oppiminen on erittäin tärkeää myös jo työelämässä oleville. Jos tähän seikkaan ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota, voi keski-ikäisistä työntekijöistä tulla syrjäytynyt ryhmä. Ammatillisen aikuiskoulutuksen merkitys kasvaa jatkuvasti, ja Kansallisen työelämän kehittämisohjelman tapaisia hankkeita tarvitaan edelleen.

Lähdeluettelo

- Ali-Yrkkö, Jyrki, Paija, Laura, Reilly, Catherine & Ylä-Anttila, Pekka 2000. Nokia – A big company in a small country. Helsinki, Taloustieto Oy. ETLA Sarja B 162 Series. 56 s.
- Asplund, Rita (Ed.) 2000. Public R&D funding, technological competitiveness, productivity, and job creation. Helsinki, Taloustieto Oy. ETLA Sarja B 168 Series. 172 s.
- Bergenwall, Maria 2000. Impact of Tekes' grants for applied technical research. Espoo, VTT, Group for Technology Studies, Working Papers No. 49/00. 62 s.
- Hernesniemi, Hannu, Lammi, Markku, Ylä-Anttila, Pekka & Rouvinen, Petri (ed) 1996. Advantage Finland – The future of Finnish industries. Helsinki. ETLA Sarja B 113 Series. 236 s.
- Huolman, Mika, Penttinen, Heli, Pulkkinen, Matti & Tiilikka, Jussi 2000. Public research & development funding and international technology commercialisation. Helsinki, Helsingin kauppakorkeakoulun HeSE print. LTT-Tutkimus Oy – LTT Research Ltd. Julkaisuja B 160. 77 s.
- Lehto, Eero 2000. Regional impacts of R&D and public R&D funding. Helsinki, Labour Institute for Economic Research, Studies 79. 99 s.
- Lehtoranta, Olavi 1999. Impact of public R&D funding on the profitability and growth performance of firms: A panel data study on Finnish firms. Helsinki, Statistics Finland, Science, Technology and Research 1999:4. 74 s.
- OECD science, technology and industry scoreboard 1999: benchmarking knowledge-based economies. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development. 178 s.
- Oksanen, Juha 2000. Research evaluation in Finland. Practices and experiences, past and present. Espoo, VTT, Group for Technology Studies, Working Papers No. 51/00. 52 s.
- Opetusministeriö 2000. Tutkijakoulut 2000 – toiminta, tulokset, tehokkuus. Espoo, Sävypaino Oy. 64 s.
- Parjanne, Marja-Liisa 1999. Kansainvälinen kauppa, teknologia ja työvoiman osaamisvaatimukset (International trade, technology and the claims for ability of labour) in Vartia, P. and Ylä-Anttila, P. (eds), Teknologia ja työ. Taloustieto Oy, Helsinki. 173 s.
- Pentikäinen, Tuomo 2000. Economic evaluation of the Finnish cluster programmes. Espoo, VTT, Group for Technology Studies, Working Papers No. 50/00. 99 s.
- Persson, Olle, Luukkonen, Terttu & Hälikkä, Sasu 2000. A bibliometric study of Finnish science. Espoo, VTT, Group for Technology Studies, Working Papers No. 48/00. 74 s.
- Suomen Akatemia 2000. Suomen tieteen tila ja taso. Katsaus tutkimukseen ja sen toimintaympäristöön Suomessa 1990-luvun lopulla. Suomen Akatemian julkaisuja 6/00. Helsinki, Erikoispaino Oy. 308 s.
- Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 2000. Katsaus 2000: Tiedon ja osaamisen haasteet. Helsinki, Oy Edita Ab. 88 s.
- Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 1996. Suomi: tiedon ja osaamisen yhteiskunta. Helsinki, Oy Edita Ab. 110 s.

Liite 1

Asiantuntijaryhmän esittely

Professori **Luke Georghiou** on Manchesterin yliopiston PREST (Policy Research in Engineering, Science and Technology) -yksikön johtaja ja tiede- ja teknologiapolitiikan ja johtamisen professori. Hänen erikoisalojaan ovat t&k- ja innovaatiopolitiikan arviointi, ennakointi, kansallinen ja kansainvälinen tiedepolitiikka sekä tieteen ja teknologian johtaminen. Hänen viimeisimpiä hankkeitaan ovat monet elinkeinoelämän ja tieteen suhteita, kansainvälistä tieteellistä yhteistyötä, ennakointitoiminnan arviointia sekä julkisen sektorin tutkimuslaitosten muutoksia koskevat tutkimukset. Hän on johtanut tai ollut työryhmän jäsenenä lukuisissa arviointihankkeissa eri maissa. Luke Georghioulla on myös monia julkaisuja erikoisaloiltaan.

Filosofian tohtori **Elisabeth Helander** on johtaja Euroopan komissiossa, jossa hänen toimialansa on aluepolitiikka ja koheesio. Huhtikuusta 2000 lähtien hän on vastannut komission INTERREG- ja URBAN-aloitteista sekä alueellisista innovaatio-ohjelmista. Ennen komissioon siirtymistään hän oli opetusministeriön korkeakouluneuvos ja Suomen Akatemian tutkimusjohtaja. Elisabeth Helander on toiminut puheenjohtajana tai jäsenenä monissa kansallisissa ja kansainvälisissä tiede- ja teknologiakomiteoissa, toimikunnissa ja arviointiryhmissä. Hän on julkaissut artikkeleita arvioinnista, tiede- ja teknologiapolitiikasta, koulutuksesta ja radiokemias- ta.

Vuorineuvos, tekniikan tohtori **Jyrki Juusela** on Outokumpu Oyj:n toimitusjohtaja, hallituksen jäsen ja johtoryhmän puheenjohtaja. Hän on toiminut monissa tutkimus- ja kehittämis- sekä johtotehtävissä Outokumpu-konsernissa. Jyrki Juusela on Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton hallituksen puheenjohtaja, ja lisäksi hän toimii puheenjohtajana tai hallituksen jäsenenä monissa muissa yhtiöissä ja yhteisöissä. Hän on toiminut myös Suomen Akatemian hallituksen jäsenenä.

Professori **Frieder Meyer-Krahmer** johtaa Karlsruhessa Saksassa tutkimuslaitosta Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research. Hänellä on lisäksi innovaatiotalouden professuuri Louis Pasteur -yliopistossa Strasbourgissa Ranskassa. Hänen tutkimusaiheitaan ovat esimerkiksi teknologia- ja innovaatiopolitiikka, julkisten t&k-ohjelmien arviointi, innovaatioiden esteet, innovaatiot pienissä ja keskisuurissa yrityksissä, innovaatiot ja aluekehitys, rakennemuutos ja elinkeinopolitiikka sekä innovaatiot ja ympäristö. Hän on tieteellisen toimikunnan jäsen Maastrichtin tutkimuslaitoksessa Economic Research Institute on Innovation and Technology. Hän on jäsenenä myös lukuisissa muissa tieteellisissä toimikunnissa. Frieder Meyer-Krahmer on julkaissut useita kirjoja ja artikkeleita.

Kauppätieteiden tohtori **Aatto Prihti** on Suomen itsenäisyyden juhlarahaston Sitran yliasiamies ja Helsingin kauppakorkeakoulun kansleri. Ennen Sitraa hän oli Orion-yhtymän pääjohtaja, Helsingin yliopiston professori ja Liiketaloustieteellisen Tutkimuslaitoksen toimitusjohtaja. Hänen tieteelliset julkaisunsa liittyvät liiketalou-

teen ja yritysrahoitukseen. Aatto Prihti on hallituksen puheenjohtajana tai jäsenenä monissa yrityksissä, säätiöissä ja muissa organisaatioissa.

Professori, valtiotieteen tohtori **Bertil Roslin** on Åbo Akademin kansleri. Hän on toiminut johtajana ja johtokunnan jäsenenä Alko-Yhtiöissä. Sitä ennen hän oli Sitran asiamies. Hänen tieteellisiä erikoisalojaan ovat julkinen talous ja verotus, teollisuustalous ja tekniikan tutkimus- ja kehittämistoiminta. Hän on julkaissut paljon näistä aihepiireistä. Bertil Roslin on monien tieteellisten ja muiden organisaatioiden puheenjohtaja tai jäsen.

Dosentti, kauppatieteiden tohtori **Tuire Santamäki-Vuori** on Kunta-alan ammattiliitto KTV ry:n toinen puheenjohtaja. Tätä ennen hän oli Palkansaajien tutkimuslaitoksen tutkimusjohtaja ja Helsingin kauppakorkeakoulun vt. apulaisprofessori. Hänen tieteelliset julkaisunsa käsittelevät työvoimakysymyksiä, esimerkiksi työmarkkinoita, työttömyyden ongelmia, inhimillistä pääomaa ja sosiaalipolitiikkaa. Tuire Santamäki-Vuori on jäsenenä monissa kansallisissa ja kansainvälisissä komiteoissa ja tiede- ja talouspoliittisissa organisaatioissa.

Liite 2

VTT-1

Juha Oksanen

Tutkimusten arviointi Suomessa – Käytäntöä ja kokemuksia*

Yhteenveto

Tässä raportissa tarkastellaan suomalaisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan (t&k-toiminnan) arvioinnin tilaa. Tekstissä haetaan tarkempaa vastausta kolmeen kysymykseen. Aluksi kartoitetaan arviointikäytäntöjen yleisyyttä, kohdistumista ja yleisiä piirteitä. Toiseksi raportissa tehdään yhteenvetoa valittujen arviointien keskeisistä tuloksista niiltä osin kuin ne koskettavat julkisen t&k-järjestelmän toimintaa. Kolmanneksi selvitetään arviointien hyödynnettävyyttä ja antia päätöksenteon näkökulmasta. Työssä on hyödynnetty julkaistuja arviointiraportteja sekä muita arviointeihin liittyviä kirjallisia lähteitä. Raporttia varten on lisäksi haastateltu tiede- ja teknologiapolitiikkaa läheltä seuraavia päätöksentekijöitä. Katsauksen tärkeimmät havainnot ovat seuraavat:

1. Arvioinnista on kehittynyt vähitellen näkyvä ja kiinteä osa julkisen t&k-järjestelmän toimintakulttuuria. 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa arvioinneissa keskityttiin tutkimuksen laatuun, perustutkimuksen asemaan ja tutkimusedellytyksiin. Sittenkin huomiota on alettu kiinnittää aiempaa enemmän t&k-työn relevanssiin ja vaikutuksiin sekä organisatorisiin ja strategisiin kysymyksiin.
2. Menetelmällisesti t&k-arvioinnit perustuvat suhteellisen suppeaan valikoi-
maan työkaluja. Ammatillisen kokemuksensa ohella arvioijat nojautuvat pää-
telmissään tavallisesti kirjallisen materiaalin läpikäymiseen, haastatteluihin ja
sidosryhmäkyselyihin. Perinteisesti suurin osa arvioinnin tekijöistä on edusta-
nut tutkimusmaailmaa: koti- ja ulkomaisia yliopistoja ja tutkimuslaitoksia.
Konsulttitoimistojen, teollisuuden edustajien ja erilaisten kansainvälisten yh-
distysten ja organisaatioiden rooli arviointien tekemisessä on kuitenkin vah-
vistunut 1990-luvun aikana. Ulkomaiset asiantuntijat tulevat lähes poikkeuk-
setta maista, joiden kanssa suomalaisilla tiede- ja teknologiapolitiikan toimi-
joilla on pidempiaikaista kokemusta yhteistyöstä – esimerkkeinä Yhdysvallat,
Iso-Britannia, Ruotsi ja Saksa.

* Suomenkielinen rinnakkaisversio raportista *Research evaluation in Finland – Practices and experiences, past and present*

3. Arviointi on usein ollut sysäyksenä huomattavien organisatoristen muutosten käynnistämiseksi.
4. Useissa arvioinneissa käytännön tutkimuksesta vastaavia organisaatioita on kehoitettu keskittymään vain joihinkin vahvoihin osaamis- ja ydinalueisiin sekä lisäämään yhteistyötä muiden asianosaisten toimijoiden kanssa niin kotimaassa kuin kansainvälisesti.
5. Tohtorintutkintoon johtavien jatko-opintojen venyminen on ollut suomalaisen tutkimusjärjestelmän näkyvimpiä rakenteellisia heikkouksia. Tilanne on kuitenkin huomattavasti kohentunut sen jälkeen kun uusi tutkijakoulujärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 1995.
6. Arvioinneissa on jatkuvasti kiinnitetty huomiota yhteistyömuotojen kehittämiseen. Suomalaisia laitoksia on kannustettu osallistumaan uusien kansainvälisten t&k-ohjelmien määrittelyyn ja laadintaan. Nyt kun suomalaiset ovat yhä tiiviimmin mukana kansainvälisessä yhteistyössä, on entistä tärkeämpää, että osallistuminen perustuu strategiaan näkökohtiin ja että siinä otetaan huomioon sekä strategiset prioriteetit että käytettävissä olevat voimavarat.
7. Päätöksentekijöille arvioinnit tarjoavat ulkopuolisen näkökulman, jota vasten omia käsityksiä ja suunnitelmia on mahdollista arvioida ja peilata. Samalla arvioinnit auttavat päätöksentekijöitä kiinnittämään huomiota sellaisiin kysymyksiin, jotka arkirutiinien keskellä voivat helposti hävitä näkyvistä. Arvioinneilla voidaan myös perustella muutosten ja uudistusten tarpeellisuutta.
8. Arviointien toteuttamiseen liittyy nykyisellään joitakin sellaisia puutteita, jotka voivat heikentää päätelmien ja suositusten luotettavuutta ja hyödynnettävyyttä päätöksenteossa. Haastatteluissa korostui etenkin kaksi kysymystä: 1) kiire, joka saattaa johtaa epätarkkoihin arviointeihin, sekä 2) arvioijien pätevyys ja etenkin ulkomaisten arvioijien kohdalla paikallisten olosuhteiden ja toimintajärjestelmien heikko tuntemus.
9. Selvitystä varten toteutettujen haastattelujen perusteella arvioinnit ovat tänä päivänä olennainen osa suomalaisen t&k-järjestelmän toimintaa. Jotta arvioinneista olisi hyötyä myös tulevaisuudessa, on huolehdittava siitä, että arviointeihin varatut resurssit käytetään huolellisesti valmisteltujen arviointihankkeiden toteuttamiseen.

VTT-2

Tuomo Pentikäinen

Suomen klusteriohjelmien taloudellinen arviointi*

Yhteenveto

1. Suomessa on käynnissä kuuden ministeriön alaisuudessa kahdeksan klusteriohjelmia. Ohjelmat oli tarkoitus toteuttaa vuosina 1997–1999, mutta useimmat aloitettiin vuoden 1998 aikana, ja ne kestävät vuoteen 2000 tai 2001.
2. Ohjelmien kokonaisbudjetti on yli 600 miljoonaa markkaa, josta neljännes (170 miljoonaa) on myönnetty ministeriöille ja korvamerkitty klusterikohtaisesti. Muita huomattavia julkisia rahoittajia ovat Tekes ja Suomen Akatemia. Rahoituksesta 97 prosenttia on kotimaista, 60 prosenttia julkista ja kilpailullisin perustein myönnettyä, ja neljännes tulee yksityisistä lähteistä.
3. Tämä raportti perustuu lähinnä kahdesta klusteriohjelmasta, Metsäalan tutkimusohjelmasta (Wood Wisdom) ja hyvinvointiklusterista tehtyyn perusteelliseen analyysiin. Tutkimus pohjautuu klusteriohjelmien osaprojekteille suunnattuun kyselytutkimukseen, projektipäälliköiden laatimiin raportteihin ja haastatteluihin.
4. Wood Wisdomin avulla on kyetty luomaan ja edistämään yhteistyötä julkisten rahoittajien (erityisesti Tekesin, Suomen Akatemian ja maa- ja metsätalousministeriön) välillä. Hyvinvointiklusteri on puolestaan tuottanut uutta yhteistyötä sosiaali- ja terveydenhuoltosektorin viranomaisten ja sektorin muiden julkisten organisaatioiden välillä.
5. Kumpikin ohjelma on houkutellut varsinkin voittoa tavoittelemattomia yhteisöjä, mutta liike-elämä ei ole ollut niistä erityisen kiinnostunut. Yritykset kantavat hankkeisiin liittyvistä riskeistä vain pienen osan.
6. Kumpaakin tutkittua ohjelmaa on koordinoitu näitä tehtäviä varten erikseen rakennetuilla organisaatioilla. Erityisesti hyvinvointiklusterin koordinointi on raskasta ja kallista. Haastateltavat ja kyselytutkimukseen vastanneet pitivät menettelyä kuitenkin tehokkaana ja jopa ainoana vaihtoehtona. He olivat silti

* Suomenkielinen rinnakkaisversio raportista *Economic evaluation of the Finnish cluster programmes*

yksimielisiä siitä, että koordinointi olisi jossakin vaiheessa siirrettävä taustaorganisaatioiden vastuulle, joskaan muutosta ei vielä pidetty mahdollisena.

7. Klusterispesifiset rahoitusinstrumentit eivät ole vielä kypsiä. Tyypillisesti ohjelmiin osallistuvat rahoittajat käyttävät olemassa olevia instrumenttejaan ilman erityistä rahoituksen synkronoimista. Yhteisrahoitusta tai rahoituksen syndikoimista ei juuri ole. Kummassakin tutkimuksessa ohjelmassa on kuitenkin tehty kiinnostavaa rahoitukseen liittyvää kehitystyötä.
8. Wood Wisdom -ohjelman koordinaattori ja rahoittajat ovat järjestäneet koordinoitkokouksia, joissa rahoitushakemukset on ohjattu sopiville rahoittajille. Näin on pystytty kohdentamaan projektit tarkemmin, ja erillisprojektit on voitu koota laajemmiksi kokonaisuuksiksi.
9. Hyvinvointiklusterin rahoitusmallissa tilapäinen klusterikoordinaatiosta vastaava organisaatio ottaa myönnettyt rahat vastaan ja jakaa ne osahankkeille. Menettely on erittäin joustava, mutta sen ongelmana on avoimuuden puute. Myöskään ulkopuoliset rahoittajat eivät ole pitäneet mallia houkuttelevana.
10. Ohjelmat eivät tällä hetkellä kiinnosta yksityisiä liiketaloudellisin periaattein toimivia rahoittajia. Rahoitusinstrumenttien kehittämiseen ja rahoituspohjan laajentamiseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota.
11. Suomen taloudessa on tärkeitä aloja, jotka jäävät klusteriohjelmissa vähälle huomiolle. Erityisesti tietoliikenne, perusmetallien valmistus, kemianteollisuus, lääketeollisuus ja rakentaminen pitäisi ottaa paremmin huomioon tulevassa klusteripolitiikassa.
12. Nykyiset klusteriohjelmat on rakennettu ministeriöiden ympärille. Voidaan kysyä, mahdollistaisiko jokin muu organisaatio nykyistä paremman sektorien välisen yhteistyön ja suuremman innovatiivisuuden sekä olisi houkuttelevampi myös yksityiselle sektorille.
13. Klusteripolitiikan tavoitteita, välineitä ja arviointikriteerejä on selkeytettävä ja ne on ilmaistava avoimemmin.
14. Huomiota on kiinnitettävä arviointi- ja seurantatiedon keräämiseen, koordinointiin ja päällekkäisyyksien poistamiseen sekä sopivien arviointivälineiden ja indikaattorien kehittämiseen.
15. Yleisille klusteripoliittisille toimenpiteille on edelleenkin tarvetta. Yksittäisten ohjelmien ja hankkeiden suunnittelussa ja organisoinnissa voitaisiin vieläkin tehostaa tarvelähtöistä bottom-up-lähestymistä.

VTT-3

Olle Persson, Terttu Luukkonen ja Sasu Hälikkä Bibliometrinen tutkimus Suomen tieteestä*

Tiivistelmä

Tämä pitkään aikasarjaan perustuva tutkimus on laajin bibliometrinen raportti, joka Suomen tieteestä on tehty. Siinä on käytetty useita bibliometrisiä indikaattoreita kuvaamaan Suomessa tehtävää tieteellistä ja teknologista tutkimusta. Selvityksessä kiinnitetään huomiota

- suomalaisen tieteellisen tutkimuksen julkaisutoimintaan ja sen kansainväliseen näkyvyyteen ja vaikutukseen
- kotimaisiin ja kansainvälisiin yhteistyömalleihin
- teknologisen innovaation indikaattoreihin.

Tutkimus antaa erittäin myönteisen kuvan Suomen tieteestä, joten pyrkimykset maamme tiede-elämän kansainvälistämiseksi ovat tuottaneet tulosta. Suomi on myös lisännyt kansainväliselle yleisölle tarkoitettua julkaisutoimintaa. Suomalaiset tutkimusjulkaisut ovat entistä paremmin esillä, ja niillä on entistä enemmän vaikutusta. Yleisesti ottaen suomalaisten tieteellisten julkaisujen vaikuttavuus on maailman keskiarvon yläpuolella. Suomen tieteen kansainvälisen vaikutuksen kasvuun liittyy kansainvälisen yhteistyön nopea lisääntyminen. Vuonna 1986 vain viidennes suomalaisista tiedejulkaisuista syntyi yhteistyössä ulkomaisten tutkijoiden kanssa, kun taas tällä hetkellä luku on 40 prosenttia. Euroopan unionin maiden tutkijoista on tullut suomalaisille tärkeitä yhteistyökumppaneita. Jo 20 prosenttia suomalaisista tutkimuksista laaditaan heidän kanssaan, ja tällaisten tutkimusten osuus on kasvanut huomattavasti nopeammin kuin pohjoisamerikkalaisten kanssa laadittujen tutkimusten osuus. Muiden EU-maiden kanssa tehtävää tutkimusyhteistyötä ovat ilmeisesti merkittävästi edesauttaneet unionin tutkimusyhteistyö ja erityisesti EU:n tutkimuksen puiteohjelma.

Raportista käy myös ilmi, että Suomen kansallinen tutkimusjärjestelmä on hyvin Helsinki-keskeinen. Hajauttaminen on jonkin verran heikentänyt pääkaupunkiseudun hallitsevaa asemaa, joskaan tutkimustoiminnan jakaminen pieniin yksiköihin ei edistä sen vaikuttavuutta tai laatua. Alueet, joilla tuotetaan vain vähän tutkimuksia, eivät kykene kilpailemaan vaikuttavuudessa muiden alueiden kanssa.

Tutkittaessa Yhdysvalloissa suomalaisille myönnettyjä patentteja käy ilmi, että maamme on teknologisesti erittäin innovatiivinen ja että Suomella on vaikutusta tietoliikenteen, teollisuuden prosessiteknikan sekä puu- ja paperiteollisuuden alu-

* Käännetty raportista *A bibliometric study of Finnish science*

eilla. Suomella näyttää olevan teknologisia ja taloudellisia vahvuuksia näillä samoilla alueilla (erityisesti tietoliikenteessä sekä puu- ja paperiteollisuudessa). Muilla aloilla, esimerkiksi bioteknologiassa ja lääkealalla, patenttien määrä on kyllä kasvamassa, mutta vahvaan kansalliseen tutkimuspohjaan nähden niitä on vielä sangen vähän. Suomen teknologinen innovaatiopohja on huomattavasti enemmän kansallisesti suuntautunut kuin maamme tiedepohja, joskin tälläkin alalla kehitys kulkee kohti kansainvälistymistä.

Koska olemme käyttäneet bibliometrisiä indikaattoreita, erityisesti Science Citation Index (SCI) -pohjaista tietoa, olemme keskittyneet luonnon- ja lääketieteiden perustutkimukseen. SCI:n lähdeaineistona ovat tieteelliset aikakauslehdet, joissa perustutkimuksen on tärkeää tehdä itseään tunnetuksi, kun taas soveltavalle tutkimukselle ja esimerkiksi yhteiskuntatieteille ja humanistisille tieteille niillä ei ole samaa merkitystä. Kuten muissakin Pohjoismaissa, suuri osa Suomen SCI-pohjaisten aikakauslehtien artikkeleista keskittyy lääketieteeseen, mikä johtuu erityisesti siitä, että lääketieteilijöiden julkaisutavat vastaavat SCI:n perusoletuksia paremmin kuin muiden tutkijoiden. Lääketieteen tutkimus näyttää myös olevan muita tutkimusaloja kansainvälisempää.

Raportin laadinnassa on käytetty myös patenttitietoa, jonka perusteella syntyy käsitys teollisesta tutkimuksesta. Pohjana on Yhdysvaltojen patenttijärjestelmä, jota käytetään useimmissa kansainvälisissä vertailuissa ja jonka katsotaan antavan kuvan patenttien merkityksestä. Amerikkalaisessa järjestelmässä suomalaisilla yrityksillä on vähemmän patentteja kuin eurooppalaisessa tai kansallisessa järjestelmässä.

ETLA-1

Olavi Lehtoranta

T&k-toiminnan ja julkisen teknologiatuen vaikutus yritysten kasvuun ja kannattavuuteen – Yritystason paneeliaineistoanalyysi*

Tiivistelmä

Tutkimuksen keskeiset kysymykset olivat seuraavat:

- Ovatko t&k-toiminta ja sen julkinen rahoitus vaikuttaneet suomalaisten yritysten kasvuun ja kannattavuuteen 8–10 viime vuoden aikana?
- Mitkä yritysominaisuudet vaikuttavat voimakkaimmin yritysten kannattavuuteen, myyntiin ja henkilöstön määrään?
- Miten t&k-tukea saaneet yritykset poikkeavat yrityksistä, jotka eivät ole saaneet tukea?

Tutkimuksessa tarkasteltiin ensisijaisesti Teknologian kehittämiskeskuksen Teke-sin kautta kanavoidun julkisen t&k-tuen vaikutuksia. Tulosten mukaan yritysten viennin liikevaihto-osuudella ja joillakin toimialoilla on vaikutusta tukihakemuksen hyväksymistodennäköisyyteen. Meidän tulee kuitenkin ottaa huomioon, että tukea hakevat yritykset ovat valikoituneet: innovoivat vientiyritykset, joissa on korkeasti koulutettu henkilöstö, hakevat t&k-tukea useammin kuin muut yritykset.

Saimme arviointituloksen, jonka mukaan vain yrityksen toimiala ja pääomavaltaisuus vaikuttivat käyttökattteen liikevaihto-osuutena mitattuun kannattavuuteen. Teknologiyrityksillä myös korkeasti koulutetun henkilöstön osuudella oli vaikutusta voittomarginaaliin. Myyntiin vaikuttivat paitsi henkilöstön lukumäärä ja korkeasti koulutetun henkilöstön osuus myös vientiosuus, innovatiivisuus, pääoma- ja t&k-valtaisuus sekä jossain määrin yrityksen ulkomainen omistus. Tarkasteltaessa myynnin keskikasvua jaksolla 1993–1997 arviointitulokset viittaavat siihen, että t&k-tuen saannilla (dummy-muuttuja) on merkitsevä positiivinen vaikutus myynnin kasvuun, mutta tuen määrällä ei ole. Tämä tulos säilyy, vaikka analyysi rajoitetaan omaa t&k-toimintaa harjoittaviin teknologiyrityksiin. On ilmeistä, että tuen saantia kuvaava dummy-muuttuja poimii yritykset, jotka kasvavat nopeasti.

* Käännetty raportista *Impact of public R&D funding on the profitability and growth performance of firms: A panel data study on Finnish firms*

ETLA-2 Rita Asplund (toim.) Public R&D funding, technological competitiveness, productivity, and job creation

Lehdistötiedote

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan julkinen rahoitus, teknologinen kilpailukyky, tuottavuus ja työpaikkojen synty

- Teknologia sekä synnyttää että tuhoaa työpaikkoja.
- Teknologiayritykset ovat lisänneet työllisyyttä merkittävästi laman jälkeen. Ne ovat palkanneet runsaasti myös työttömiä.
- Julkista t&k-rahoitusta saaneet yritykset ovat yleensä kasvaneet tuen saamisen jälkeisinä vuosina.
- Toimialan teknologinen tietämysvaranto on tärkeä yrityksen tuottavuudelle. Erityisesti pienet ja keskiuuret yritykset ammentavat siitä tuottavuutta.
- Koulutettu henkilökunta sekä ylläpitää yrityksen korkeaa tuottavuutta että kehittää tuotteita ja tuotantomenetelmiä eli parantaa *tulevaa* tuottavuutta.

Teknologia, tuottavuus ja hyvinvointi

Kansantalouden hyvinvointi ja kilpailukyky rakentuvat tuottavuuden ja teknologisen tason varaan. Suomi onkin suunnannut kasvavan osuuden voimavaroistaan teknologian kehittämiseen. T&k-menojen osuus bruttokansantuotteesta on Suomessa OECD-maiden huippua, yli 3 prosenttia.

Tutkimus selvittää, edistääkö julkisesti ja yksityisesti rahoitettu t&k-toiminta tuottavuutta ja työllisyyttä. Tutkimus perustuu laajoihin yritys- ja toimipaikka-aineistoihin teollisuudessa ja palvelualoilla.

Yrityksen t&k-panosten, teknologisen tason ja tuottavuuden yhteys on monisäikeinen ja siksi tutkimuskohteena haastava.

Tekesin tukemat yritykset ovat yleensä kehittyneet hyvin seuraavina vuosina

Yrityksen kehittämis- ja kehittymisedellytykset otetaan huomioon julkista t&k-rahoitusta myönnettäessä. Julkista t&k-rahoitusta saaneille yrityksille on tunnusomaista:

- henkilökunnan koulutustaso on korkea
- t&k-menot ovat liikevaihtoon suhteutettuna suuret
- patentteja tuotetaan runsaasti
- työn tuottavuuden taso on korkea
- pääomakanta on henkilömäärään nähden suuri.

On tavallista, että sama yritys saa useana vuonna julkista t&k-rahoitusta: yli 600 yritystä on saanut tukea Tekesiltä vähintään neljä kertaa vuosina 1991–1998.

T&k-toiminnan julkista tukea voidaan perustella myös taloustieteen avulla

Yritysten t&k-toiminta parantaa kansantalouden tuottavuutta. Välillinen vaikutusmekanismi on tärkeä; kukin yritys lisää t&k-toiminnallaan toimialansa tietämysvarantoa, josta toimialan yritykset ammentavat osan tuottavuudestaan. T&k-toiminnan julkista tukea voidaan perustella myös taloustieteen avulla.

Tiedon leviäminen erityisen tärkeää pienille ja keskisuurille yrityksille

Julkista t&k-tukea suuntautuu pienten ja keskisuurten yritysten lisäksi myös en-tuudestaan suuriin ja menestyksellisiin yrityksiin. Talouden kokonaismenestyksen kannalta on olennaista, että t&k-panostuksella saadaan tehokkaasti kasvatettua koko toimialan teknologista tietämysvarantoa, josta leviää tuottavaa tietoa yrityksille.

Tiedon leviäminen laajalti toimialan yrityskenttään on erityisen tärkeää pienille ja keskisuurille yrityksille.

Koulutuksella on kahdenlainen merkitys tuottavuudelle

Koulutettu henkilökunta kykenee käyttämään tehokkaasti hyödyksi yrityksen senhetkiset tuotantomahdollisuudet ja ylläpitää näin yrityksen korkeaa tuottavuutta. Yritykset tarvitsevat koulutettua henkilökuntaa myös kehittämään tuotteita ja tuotantomenetelmiä eli parantamaan tulevaisuuden tuottavuutta.

Koulutuksen merkitystä koskevat johtopäätökset on tiivistetty liitteen taulukkoon. Tulokset osoittavat, että henkilökunnan "tekninen" osaaminen on tärkeää etenkin teollisuusyritysten tuottavuuden kasvulle eli tulevaisuuden tuottavuudelle. Sen sijaan "teknisen" koulutuksen välitön vaikutus yrityksen tuottavuuslukuihin on jopa negatiivinen, jos henkilöt ovat poissa välittömästä tuotannosta kehittämässä teknologiaa. "Ei-tekninen" osaaminen on puolestaan tarpeellista eritoten palveluyritysten nykyiselle tuottavuudelle, mutta myös niiden myöhemmälle tuottavuudelle.

T&k synnyttää ja tuhoaa työpaikkoja

Uudet paremmat tuotteet tai tehokkaammat tuotantotavat luovat mahdollisuuksia kannattavaan liiketoimintaan. Niiden käyttöönotto johtaa uusien työpaikkojen syntyyn. Samaan aikaan teknologiset kehitysaskleet syövät toisaalla vanhemman teknologian varaan rakennettujen liiketoimintojen kannattavuutta ja tuhoavat niissä olevia työpaikkoja.

Erityisesti laman jälkeisinä vuosina 1994–1996 teknologiayritykset ovat luoneet uusia teollisia työpaikkoja muita enemmän. Niissä on myös tuhoutunut työpaikkoja vähemmän kuin alhaisen t&k-intensiteetin yrityksissä. Teknologiayritykset ovat myös palkanneet työttömiä enemmän kuin alhaisen t&k-intensiteetin yritykset.

On tärkeää huomata, että tarkastelu painottuu laman jälkeisiin vuosiin 1994–1996, jolloin Nokia ei ollut vielä nykyisissä voimissaan. Tuohon aikaan se kattoi vain muutaman prosentin teollisuuden työllisyydestä – alihankkijaverkosto mukaan lukien toki hieman enemmän.

Toisaalta myös korkean t&k-intensiteetin yrityksissä on tuhoutunut runsaasti vanhoja työpaikkoja ja matalan t&k-intensiteetin yrityksissä on syntynyt uusia työpaikkoja. Yrityksen korkea t&k-intensiteetti ei siis ole välttämätön, saati riittävä edellytys työpaikkojen synnylle. T&k-intensiivisille yrityksille on tunnusomaista myös työvoiman suuri vaihtuvuus.

Yhteenvetona voidaan todeta, että *lama- ja elpymisvuosina työpaikat ja työntekijät ovat siirtyneet alhaisen t&k-intensiteetin yrityksistä korkean intensiteetin yrityksiin. Työntekijöiden siirtyminen näyttää tapahtuneen osittain työttömyyden kautta.*

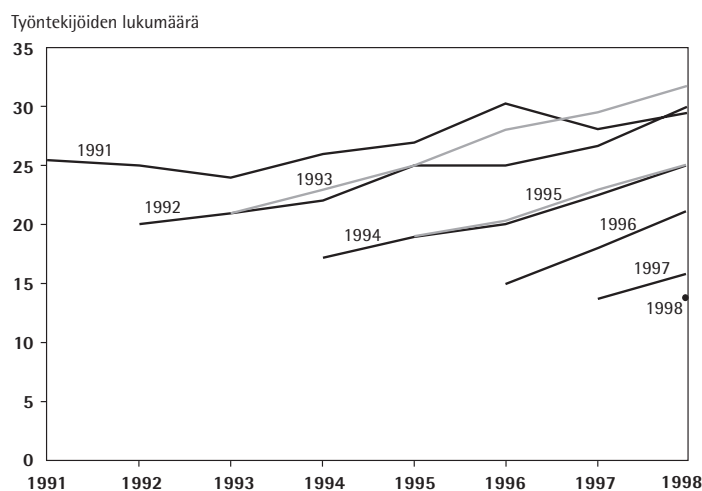
Myös toimialan t&k-intensiteetti lisää yrityksen työpaikkoja

Yrityksen t&k-intensiteetin lisäksi myös toimialan t&k-intensiteetti lisää työpaikkojen syntymistä. Yrityksen oma t&k-intensiteetti on erityisen tärkeä suurille yrityksille, kun taas pienille yrityksille toimialan t&k-intensiteetti on työpaikkojen syntymisen kannalta keskeistä. Johtopäätökset ovat palvelusektorin osalta yleensä samat kuin teollisuudessa.

Yksityisesti rahoitettu t&k-toiminta näyttää lisäävän työllisyyttä yrityksessä. Julkisesti rahoitetun t&k-toiminnan välitön hyöty jää jossain määrin epäselväksi. Toisaalta, kun julkisella t&k-rahoituksella vahvistetaan toimialan teknologista osaa-misvarantoa, luodaan välillisesti samalla toimialan yrityksille edellytyksiä laadukaiden työpaikkojen synnyttämiseen.

Kirjoittajat:
Rita Asplund, ETLA
Olavi Lehtoranta, Tilastokeskus
Mika Maliranta, ETLA
Antton Lounasheimo, ETLA
Synnöve Vuori, ETLA

Kuvio 1. T&k-tukea Tekesiltä saaneiden yritysten työntekijämäärät tuen saamista seuraavina vuosina, mediaani kohorteittain.

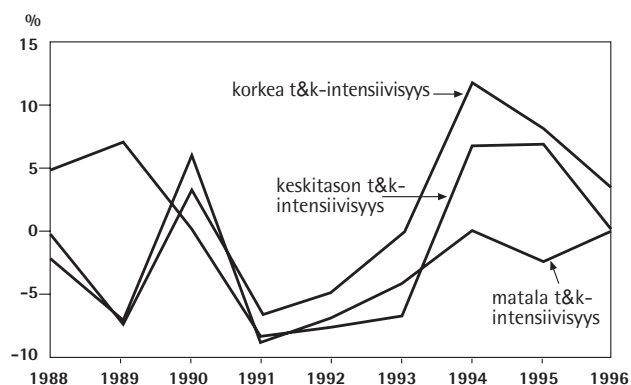


Taulukko 1. Henkilökunnan koulutus ja yrityksen tuottavuus.

HENKILÖKUNNAN KOULUTUS*		YRITYKSEN TUOTTAVUUS	
		Teknis-luonnon-tieteelliset alat	Kaupallinen, yhteiskunnallinen ym.
Nykyinen tuottavuus	Teollisuus	-	+ tai 0
	Palvelut	- tai 0	+
Tulevaisuuden tuottavuus	Teollisuus	+	0
	Palvelut	+ tai 0	+ tai 0

* Henkilökunnan koulutusta on mitattu vähintään korkea-asteen koulutuksen suorittaneiden osuudella

- tarkoittaa negatiivista ja + positiivista yhteyttä; 0 tarkoittaa, että vaikutus on epäselvä



Kuvio 2. Työpaikkojen määrän nettomuutos toimipaikan omistavan yrityksen t&k-intensiteetin mukaan jaoteltuna, teollisuus.

ETLA-3

Eero Lehto

Tutkimus- ja kehittämistyön ja julkisen tutkimus- ja kehittämisrahoituksen alueelliset vaikutukset – Analyysi t&k-kannan vaikutuksista nykyiseen tuottavuuteen ja tämänhetkisiin tutkimus- ja kehittämisinvestointeihin*

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa käsitellään lähinnä sitä, miten muiden yhtiöiden tutkimus- ja kehittämispääomakanta (t&k-pääoma) vaikuttaa yritykseen. Samalla käy ilmi, että yrityksen omalla aikaisemmalla t&k-pääomalla ja nykyisellä liikevaihdolla on tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus sen nykyisiin investointeihin. Muiden yhtiöiden aikaisempi t&k-pääoma samalla toimialalla (joko samoilla tai muilla alueilla) tai samalla alueella mutta muilla toimialoilla voimistaa yrityksen t&k-investointeja. Ainoastaan sellaisella ulkoisella (muiden yritysten) t&k-työllä, joka tapahtuu muilla alueilla ja muilla toimialoilla, saattaa olla peräti negatiivinen vaikutus yrityksen samanhetkiseen t&k-työhön. Jos toimiala- ja seutukunta-kohtaiset erot eri yritysten välillä jätetään huomiotta, edellä kuvattu läheisyysvaikutus kuitenkin heikkenee. Kaiken kaikkiaan voi sanoa, että ulkoisen t&k-toiminnan läheisyys ainakin rohkaisee yritystä t&k-investointeihin. Tulosten perusteella muilla alueilla mutta samalla toimialalla toimivien yhtiöiden t&k-toiminnan mahdollisesti positiivinen vaikutus heikkenee, jos aktiivista t&k-toimintaa harjoittavien toimipaikkojen määrä kasvaa. Tämä Adamsin ja Jaffen (1996) kuvaama heikkeneminen kuvastaa niitä vaikeuksia, joita yritykset kohtaavat pyrkiessään omaksumaan tietoa useista eri lähteistä samanaikaisesti. Selvitys osoittaa, että tällaista määrän aiheuttamaa heikkenemistä tapahtuu myös vaikutuksen leviämisessä yrityksen omista muissa seutukunnissa sijaitsevista toimipaikoista. Tilastollinen analyysi, johon sisältyy myös julkisen vallan myöntämä t&k-rahoitus (lainat tai suora tuki), osoittaa, että julkinen t&k-rahoitus ei vie tilaa yksityiseltä rahoitukselta vaan kasvattaa t&k-investointeja saman verran. Tulokset viittaavat myös siihen, että yritysten kilpailulla rajallisesta julkisesta tuesta on kielteisiä ulkoisia vaikutuksia.

Toimipaikan oman t&k-pääoman yhden prosentin lisäys kasvattaa sen tuottavuutta arviolta 0,03 prosenttia. Jos muiden yritysten t&k-toiminta jätetään huomiotta, vastaavaksi vaikutukseksi saadaan 0,06 prosenttia. Tulokset osoittavat, että muiden yritysten aikaisemman t&k-pääoman lisäys samassa seutukunnassa ja sa-

* Käännetty raportista *Regional impacts of R&D and public R&D funding – The analysis of the impacts of past R&D capital on current R&D investments and productivity*

malla toimialalla nostaa toimipaikan tuottavuutta. Positiivinen tuottavuusvaikutus syntyy myös silloin, kun muut yhtiöt ovat lisänneet t&k-työtä muilla alueilla mutta samalla toimialalla. Myös ulkoinen t&k-työ, joka on tehty samassa seutukunnassa mutta muilla toimialoilla, kohottaa tuottavuutta. Ainoastaan silloin, kun muiden yhtiöiden t&k-työ tapahtuu muissa seutukunnissa ja muilla toimialoilla, ei tuottavuusvaikutusta synny. Myös yrityksen oma muiden toimipaikkojen t&k-työ muissa seutukunnissa nostaa tuottavuutta, kun taas saman seutukunnan muissa kunnissa tapahtuva yhtiön oma t&k-työ ei aikaansaa tuottavuusvaikutusta. Jos t&k-tietoa levittävien yksiköiden määrä kasvaa, tiedon leviämisen vaikutus tuottavuuteen heikkenee. Tämä heikkeneminen koskee erityisesti muiden yritysten t&k-työtä samalla toimialalla ja muissa seutukunnissa ja myös yrityksen muissa seutukunnissa tekemää omaa t&k-työtä. Nämä tuottavuuden määrittämistä kuvaavat tulokset pätevät myös silloin, kun tilastollinen analyysi ei ota huomioon toimiala- ja seutukuntakohtaisia eroja yritysten välillä.

Tulosten perusteella muiden yhtiöiden aikaisemmalla t&k-pääomalla on myönteinen vaikutus tehdasteollisuuden yritysten kokonaistyöllisyyteen. Sen sijaan muiden toimialojen kohdalla vastaava vaikutus näyttää olevan negatiivinen. Työllisyysvaikutukset eivät ehkä heijastele vain tiedon leviämistä. Investoimalla t&k-työhön muut yhtiöt vaikuttavat myös työvoiman tarjontaan. Siksi t&k-toiminnan vilkastuminen jollakin alalla voi heikentää työllisyyttä toisella alalla. Työllisyyden määräytymisessä ei alueellisella ulottuvuudella ole samaa merkitystä kuin t&k-investointien määräytymisessä, mikä saattaa olla osoitus alueellisesta erikoistumisesta. Vähäistä ammattitaitoa vaativat työt sijaitsevat osittain eri alueilla kuin korkeaa ammattitaitoa vaativat. Siitä huolimatta alueellisia etäisyyksiä ei voi kokonaan jättää huomiotta, kun tarkastellaan ulkoisen t&k-toiminnan kokonaistyöllisyysvaikutuksia.

LTT

Mika Huolman, Heli Penttinen, Matti Pulkkinen ja Jussi Tiilikka

Julkinen tutkimus- ja kehittämisrahoitus ja teknologian kansainvälinen kaupallistaminen*

Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa on selvitetty Tekesin t&k-rahoituksen merkitystä ja vaikutusta pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Olemme lisäksi tutkineet teknologian kaupallistamisen haasteita ja sitä, kuinka julkista tutkimus- ja kehittämisrahoitusta voidaan kehittää niin, että se vahvistaa suomalaisten pienten ja keskisuurten yritysten edellytyksiä kansainväliseen liiketoimintaan. Vastauksen löytämiseksi perehdyimme 70 yritykseen, joille Tekes on myöntänyt t&k-rahoitusta. Tutkimuksen pääpaino on ollut t&k-hankkeissa ja niitä toteuttavissa yrityksissä.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että Tekesillä on merkitystä ja vaikutusta yritystason t&k-toiminnassa. Hankerahoitettu myynti on selvästi lisääntymässä, mutta on vielä kaukana alkuperäisistä tavoitteista. Liiketoiminta on kehittymässä oikeaan suuntaan, mutta useissa tapauksissa kasvu on absoluuttisin luvuin ilmaistuna erittäin hidasta. Tutkitut yritykset asettavat yhä tavoitteensa hyvin korkealle, joskin niitä on alennettu huomattavasti Tekesille lähetettyihin rahoitushakemuksiin kirjatusta luvuista.

On vaikea sanoa, kiihtyykö kasvu vai jatkuuko se lainkaan. Keskimääräinen kasvu näyttää jatkuvan, joskin selvästi hitaampana kuin yritysten johto on ennustanut. Yritysten välillä on kuitenkin selviä eroja: toiset yhtiöt kasvavat erittäin nopeasti, kun taas toiset eivät välttämättä pääse lainkaan kaupallistamis- eli myyntivaiheeseen.

Useimpien tutkittujen yritysten liiketoiminta- ja johtamistaidot ovat puutteellisia ja muutkin voimavarat vähäisiä, mikä näkyy erityisesti kansainvälisessä toiminnassa. Toimitusjohtajat ovat usein tekniikan erikoistuntijoita ja tunnustavat avoimesti johtamistaitonsa puutteet.

Rahoitus tuntuu olevan vähäisempi ongelma kuin liiketoimintatieto ja -taidot. Useat yritykset ovat jo hakeneet tai hakemassa riskirahoitusta, jonka lisääntyminen näyttää vähentäneen kansainväliseen liiketoimintaan siirtymisen haasteellisuutta. Vaikka liiketoiminnan tiedoissa ja taidoissa onkin puutteita, kehitetyn ja myydyin tuotteen tai palvelun teknisiä ominaisuuksia pidetään yleisesti vahvuutena siirryttäessä t&k-työstä (kansainvälisesti) menestyviin tuotteisiin.

Mielestämme Suomen tärkeimpien innovaatiolaitosten on tiivistettävä yhteistyötään, ja ehkä tarvitaan myös rakennemuutoksia. Tekesin olisi tarjottava lisää liiketoimintatietoa ja verkostoja sekä valmennettava ja valvottava asiakkaitaan nykyistä paremmin. Tekesin roolia liiketoiminnan tukijana voitaisiin lisäksi vahvistaa kannustimin ja kannustinjärjestelmin.

* Käännetty raportista *Public research & development funding and international technology commercialization*

Liite 3

Asiantuntijaryhmän haastattelemat henkilöt

Martti af Heurlin, Teknologian kehittämiskeskus Tekes
Matti Alahuhta, Nokia Mobile Phones
Erkko Autio, Teknillinen korkeakoulu
Kari Ebeling, UPM-Kymmene Group
Jari Forsström, Atuline Oy
Jarl Forstén, Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Christine Hagström-Näsi, Teknologian kehittämiskeskus Tekes
Kimmo Halme, valtion tiede- ja teknologianeuvosto
Sten-Olof Hansen, Turun kauppakorkeakoulu
Jorma Hattula, Suomen Akatemia
Pentti Hurmerinta, Reima-Tutta Oy
Kai Husso, Suomen Akatemia
Timo Hämäläinen, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra
Timo Janhunen, Fimet Oy
Ilkka Kartovaara, StoraEnso Oy
Tapani Kivini, Proteesisäätiö / Pikosystems
Markus Koskenlinna, Teknologian kehittämiskeskus Tekes
Seija Kulkki, Center for Knowledge and Innovation Research
Alpo Kuparinen, kauppa- ja teollisuusministeriö
Kalevi Kurkijärvi, Bio Fund Management Oy
Juhani Kuusi, Nokia Research Center
Osmo Kuusi, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Esa Kärkäs, PhysioTools Oy
Jarmo Laine, Suomen Akatemia
Seppo Laine, Finpro
Arvo Laitinen, Audio Riders Oy
Saara Lampelo, Medipolis Ltd.
Markku Lehtonen, Suomen puututkimus Oy
Tarmo Lemola, Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Jan-Erik Levlin, Oy Keskuslaboratorio – Centrallaboratorium Ab KCL
Kari Lindström, Työterveyslaitos
Markku Linna, opetusministeriö
Raimo Lovio, Helsingin kauppakorkeakoulu
Markku Mannerkoski, Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Björn Mattsson, Danisco Finland Oy
Martti Mäenpää, Teknologian kehittämiskeskus Tekes
Ilkka Niiniluoto, Helsingin yliopisto
Anu Nokso-Koivisto, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra
Heikki Ojanperä, Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra
Erkki Ormala, valtion tiede- ja teknologianeuvosto

Antti Paasio, Turun kauppakorkeakoulu
Leena Paavilainen, Metsäalan tutkimusohjelma Wood Wisdom
Anneli Pauli, Suomen Akatemia
Hannele Pohjola, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto
Marja Pulkkinen, opetusministeriö
Kari Raivio, Helsingin yliopisto
Jorma Rantanen, Työterveyslaitos
Akseli Reho, Reima-Tutta Oy
Arto Remes, Mega Electronics Ltd.
Jari Romanainen, Teknologian kehittämiskeskus Tekes
Keijo Räsänen, Helsingin kauppakorkeakoulu
Liisa Saarenmaa, maa- ja metsätalousministeriö
Veli-Pekka Saarnivaara, Teknologian kehittämiskeskus Tekes
Ilpo Santala, Innopoli Oy
Gerd Schienstock, Tampereen yliopisto
Esko-Olavi Seppälä, valtion tiede- ja teknologianeuvosto
Pekka Silvennoinen, Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Paavo Uronen, Teknillinen korkeakoulu
Tytti Varmavuo, Nokia Group
Reijo Vihko, Suomen Akatemia
Reino Viita, Suomen Akatemia
Markku Virtaharju, Tilastokeskus
Pentti Vuorinen, kauppa- ja teollisuusministeriö
Björn Wahlroos, Mandatum Pankki
Pekka Ylä-Anttila, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos ETLA
Mikael Åkerblom, Tilastokeskus

Liite 4

Lisärahoituksen käyttö 1997–1999

	1997		1998		1999		1997-1999		1997-1999	
	suunn.	tot.	suunn.	tot.	suunn.	tot.	suunn.	tot.	tot.	%
Opetusministeriön hallinnonala										
- yliopistot										
tutkijakoulujen laajentaminen/perustaminen		26		24		60		110	17 %	
tiedonsiirto, tietopalvelut ja teollisuusyhteistyö				23		55		78	12 %	
laiteskanta ja muut tutkimusedellytykset		83		100		100		283	45 %	
koulutuksen laajentaminen		20		30		35		85	13 %	
Kuopion yliopisto, Bioteknia II		33		33				66	10 %	
Pohjois-Savon AMK		13						13	2 %	
yliopistojen määrärahat yht.	175	175	210	210	250	250	635	635	100 %	
- Suomen Akatemia										
strategisten alojen tutkimusohjelmat		49		70		65		184	29 %	
huippuyksiköt		33		18		147		198	31 %	
tutkijatohtorijärjestelmä		36		73		55		164	26 %	
kansainvälinen tutkimusyhteistyö		49		27		3		79	12 %	
myöntövaltuudet yht.	170	166	190	188	270	270	630	624	98 %	
määrärahat	5	5	5	5	5	5	15	15	2 %	
Suomen Akatemia yht.	175	171	195	193	275	275	645	639	100 %	
Opetusministeriön hallinnonala yhteensä	350	346	405	403	525	525	1 280	1 274		
Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonala *										
- kauppa- ja teollisuusministeriö (tot. 97 ja 98 yht.)										
teknologian tutkimuksen ohjelma				4,254		2,990		7		
Klusterihankkeet:										
Metsäklusteri				1,561				2		
Elintarvikeklusteri				0,320						
Hyvinvointi- ja eläinlääketieteellinen klusteri				0,241		2,401		3		
KETJU				0,350		0,565		1		
TETRA				1,650		1,885		4		
Ympäristö						0,650		1		
vaikuttavuusarvioinnit				2,047		2,251		4		
KTM yht.	10	sis. 98	10	10	10	11	30	21		
- Tekes										
perustutkimuksen vahvistaminen		14		45		95		154	9 %	
uudet liiketoiminnot		231		279		431		941	54 %	
teknologialähtöiset palvelut		57		91		138		287	16 %	
klusterihankkeet		48		130		126		303	17 %	
Tekesin myöntövaltuudet yht.	350	350	585	545	870	790	1 805	1 685	96 %	
Tekesin toimintamenot ml. TE-keskukset	10	12	20	20	25	38	55	70	4 %	
Tekes yht.	360	362	605	565	895	828	1 860	1 755	100 %	
- Valtion teknillinen tutkimuskeskus			20	6	20	36	40	42		
Kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonala yht.	370	362	635	581	925	874	1 930	1 818		
Sektoriministeriöt										
- Maa- ja metsätalousministeriö							0			
Elintarvikeklusteri				5,2		4,6		10		
Metsäklusteri		sis. 98		9,5		3,8		13		
Maa- ja metsätalousministeriö yht.	5		10	15	10	8	-25	23	19 %	
- Liikenne- ja viestintäministeriö										
Tietoliikenneklusteri (Verkkokaveri)				2,5		4,7		7		
Kuljetusklusteri (KETJU, TETRA)										
KETJU		1,7		0,8		4		7		
TETRA		1,5		1,6		6,8		10		
Liikenneministeriö yht.	10	3	10	5	10	16	30	24	19 %	
- Sosiaali- ja terveysministeriö *										
Hyvinvointi- ja eläinlääketieteellinen klusteri (Makropilotti)	10		10		10		30			
- Työministeriö *										
Kansallinen työelämän kehittämisohjelma	10	10	10	10	10	6	30	27	22 %	
- Ympäristöministeriö *										
Ympäristöklusteri	5		10		10		25	26	21 %	
		5		10		8		23	19 %	
Sektoriministeriöt yhteensä	40	28	50	50	50	45	140	123	100 %	
Valtuudet ja määrärahat yhteensä	760	736	1 090	1 034	1 500	1 444	3 350	3 214		

* Siirtomäärärahoja käytetään vielä vuoden 1999 jälkeen.

Liite 5

**Valtion tutkimus- ja kehittämisrahoitus hallinnon-
aloittain ja lisärahoituksen osuudet vuonna 1999**

	milj. mk		%
	t&k-rahoitus yhteensä	Lisärahoituksen osuus	Lisärahoitus
Opetusministeriön hallinnonala	2 939	525	18
Korkeakoulut	1 922	250	13
Suomen Akatemia	925	275	30
Tutkimuslaitokset	34		
Muut	59		
Kauppa- ja teollisuusministeriö	2 917	874	30
Teknologian kehittämiskeskus	2 445	828	34
Tutkimuslaitokset	390	36	9
Muut	81	11	13
Maa- ja metsätalousministeriö	448	8	2
Sosiaali- ja terveysministeriö	680	7	1
Liikenne- ja viestintäministeriö	180	16	9
Ympäristöministeriö	153	8	6
Puolustusministeriö	108		
Ulkoasiainministeriö	45		
Valtiovarainministeriö	39		
Työministeriö	36	6	17
Sisäasiainministeriö	32		
Oikeusministeriö	6		
Valtioneuvoston kanslia	2		
YHTEENSÄ	7 584	1 444	19

Lähde: Kolu 2000, s. 13

Liite 6

Lisärahoituksen kohdistus opetusministeriössä

Ensimmäiset nelivuotiset tutkijakoulut aloittivat toimintansa vuonna 1995, ja tutkimuksen lisärahoitusohjelman rahoilla kouluja laajennettiin ja perustettiin uusia seuraavasti:

	Koulujen lkm	Opiskelijamäärän lisäys
Laajennetut tutkijakoulut	31	171
Uudet tutkijakoulut	12	96
	43	267

Näiden lisäysten jälkeen Suomessa on vuonna 2000 kaikkiaan 1 287 opiskelupaikkaa 95 tutkijakoulussa. Viidessätoista maan kahdestakymmenestä yliopistosta toimii ainakin yksi tutkijakoulu. Vuoden 1999 kesään mennessä 889 opiskelijaa oli suorittanut tohtorintutkinnon opetusministeriön tai Suomen Akatemian rahoituksella. Väittelijöiden keski-ikä on laskenut uuden järjestelmän myötä 32 vuoteen. Opetusministeriön selvityksen mukaan tutkijakoulut toimivat hyvin.

Tiedonsiirron, tietopalveluiden ja teollisuusyhteistyön kehittämiseen myönnettiin 78 Mmk. Yhteensä 13 Mmk kohdistettiin hankkeisiin, jotka liittyivät tutkimustulosten ja teknologioiden välittymiseen elinkeinoelämän tarpeisiin ja tätä palvelevien mekanismien kehittämiseen. Esimerkiksi yksi näistä projekteista käsitteli immateriaalioikeuksia, ja sen ansiosta on edistytty yliopistojen tutkimustulosten hyödyntämisasiassa. Lisäksi yliopistolaitosta ja muuta tutkimusjärjestelmää palvelevan kansallisen elektronisen kirjaston kehittämiseen osoitettiin 27 Mmk ja kansallisen tutkimusverkon (Funet) kasvavan rahoitustarpeen ja suurteholaskennan kapasiteetin lisäyksen kustannusten kattamiseen 38 Mmk. Kirjastohanketta varten perustettiin erillinen projektiorganisaatio.

Laitekannan ja muiden tutkimusedellytysten parantamiseen kohdistettiin 283 Mmk. Tämä käsittää tietokoneita, laboratoriolaitteita ym. Määräraha on jaettu yliopistoille laskennallisin perustein painottaen jakoperusteena yliopistojen tutkimustoiminnan intensiivisyyttä erityisesti ns. laitevaltaisilla aloilla. Suurimmat lisäykset on osoitettu Helsingin, Turun ja Oulun yliopistoille ja Teknilliselle korkeakoululle. (Määrärahan käyttökohteita ei pystytä yksilöimään laiterekisterin puuttuessa.)

Matemaattis-luonnontieteellisen ja teknologisen perusosaamisen vahvistamiseen myönnettiin 85 Mmk. Lähtötilanteeseen verrattuna opiskelijapaikkojen lisäys oli vuonna 1997 kaikkiaan 650, vuonna 1998 1 000 ja vuonna 1999 yhteensä 1 165 paikkaa. Lisäys kohdistettiin kymmenelle yliopistolle.

Kuopion yliopiston Bioteknia II -hankkeeseen varatuilla määrärahoilla (78,7 Mmk) lunastettiin Kuopion yliopiston tutkimustoiminnan käyttöön hyötyalaltaan

runsaan 3 000 neliömetrin tiloihin oikeuttavat osakkeet sekä myönnettiin valtionosuutta Pohjois-Savon ammatillisen korkeakoulutuksen kuntayhtymälle toimitilojen ja varustuksen hankkimiseksi Bioteknia II -kiinteistöstä. A.I. Virtanen -instituutilla oli ennen käytössään 3 197 m² Bioteknia I -rakennuksessa. Bioteknia II -rakennuksesta 1 533 m² otettiin käyttöön vuoden 1999 lopussa.

Bioteknia II -hanke tuli yliopistoille kaavailtuun lisärahoituksen käyttösuunnitelmaan uutena korvamerkittynä eränä. Tämän seurauksena alustavaan käyttösuunnitelmaan tehtiin seuraavat vähennykset: laitekannan ja muiden tutkimusedellytysten vahvistaminen -2 Mmk, tutkijakoulujen perustaminen ja vanhojen laajentaminen -9,72 Mmk sekä tiedonsiirron, tietopalveluiden ja teollisuusyhteistyön kehittäminen -66,98 Mmk.

Liite 7

Suomen Akatemia – lisäysohjelman rahoituspäätökset tieteenaloittain

Tieteenala	1997	1998	1999	Yhteensä	Osuus
Luonnontieteet	56 %	40 %	45 %	47 %	
Matematiikka	1 134	6 799	5 922	13 855	2 %
Tietojenkäsittelyoppi	7 526	13 101	11 405	32 032	5 %
Fysiikka	37 865	14 976	42 960	95 801	15 %
Avaruustieteet ja tähtitiede	7 200	1 116	500	8 816	1 %
Kemia	15 412	10 502	14 122	40 036	6 %
Biologia, ympäristötieteet	23 508	19 242	47 309	90 059	14 %
Maantiede	259	2 381		2 640	0 %
Geotieteet, meteorologia	800	7 500	21	8 321	1 %
Tekniikka	7 %	21 %	19 %	16 %	
Arkkitehtuuri		3 510	500	4 010	1 %
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka	410	358		768	0 %
Sähkötekniikka	6 951	24 480	26 100	57 531	9 %
Energiatekniikka		16	470	486	0 %
Metallurgia ja kaivannaistekniikka	1 500	1 110	6 965	9 575	2 %
Kone- ja valmistustekniikka		1 748	1 823	3 571	1 %
Prosessi- ja materiaalitekniikka		1 000	3 755	4 755	1 %
Teknillinen kemia, kemian prosessitekniikka	1 070	1 592	3 968	6 630	1 %
Puunjalostustekniikka		3 086	1 922	5 008	1 %
Bioteknikka, elintarviketekniikka	2 240	1 799	4 944	8 983	1 %
Muu tekniikka		776	599	1 375	0 %
Lääketieteet	18 %	12 %	21 %	17 %	
Biolääketieteet	23 708	11 700	33 617	69 025	11 %
Kliiniset lääketieteet	4 171	7 490	13 068	24 729	4 %
Kansanterveystiede		2 019	6 962	8 981	1 %
Hammaslääketieteet	68		500	568	0 %
Farmasia	1 234	1 108	750	3 092	0 %
Hoitotiede		33	500	533	0 %
Eläinlääketiede	68	23	335	426	0 %
Maatalous-metsätieteet	2 %	7 %	3 %	4 %	
Maatalous- ja elintarviketieteet		100		100	0 %
Metsätieteet	3 108	13 678	7 379	24 165	4 %
Yhteiskuntatieteet	13 %	13 %	7 %	10 %	
Kansantaloustiede	2 268	1 862	650	4 780	1 %
Liiketaloustiede, talousmaantiede	2 751	5 433	1 750	9 934	2 %
Oikeustiede	819	940	400	2 159	0 %
Sosiaalitieteet	3 340	6 543	1 250	11 133	2 %
Psykologia	7 877	2 486	7 060	17 423	3 %
Kasvatustiede	2 497	4 970	6 000	13 467	2 %
Valtio-oppi, hallintotiede	889	1 418		2 307	0 %
Viestintä- ja informaatiotieteet	800	495	970	2 265	0 %
Humanistiset tieteet	4 %	7 %	6 %	6 %	
Filosofia	445	1 337	250	2 032	0 %
Kielitieteet	2 538	100	8 160	10 798	2 %
Taiteiden tutkimus, kirjallisuus	345	1 240	530	2 115	0 %
Teologia	2 574	2 381	5 220	10 175	2 %
Historia ja arkeologia		6 296		6 296	1 %
Kulttuurien tutkimus	727	1 211	954	2 892	0 %
Yhteensä	166 102	187 955	269 590	623 647	100 %

* Tilastokeskuksen vuoden 1998 luokitus

Liite 8

Suomen Akatemia – lisäysohjelman päätöksissä suunniteltu varojen jakauma suorituspaikoittain

Yliopisto tai muu organisaatio	1 000 mk						Yhteensä	%
	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
Helsingin yliopisto	785	31 178	41 724	50 359	30 393	22 068	176 507	28,3
Teknillinen korkeakoulu	140	14 438	24 765	32 725	19 822	11 652	103 542	16,6
Jyväskylän yliopisto	110	9 118	11 858	13 080	8 698	9 297	52 161	8,4
Oulun yliopisto	300	7 960	11 013	14 058	8 312	5 476	47 119	7,6
Turun yliopisto	80	10 445	14 409	11 933	3 919	1 792	42 578	6,8
Tampereen teknillinen korkeakoulu	35	5 170	7 172	11 297	8 427	5 677	37 778	6,1
Åbo Akademi	90	5 413	8 627	9 944	4 610	2 659	31 343	5,0
Joensuun yliopisto	70	4 862	6 656	6 556	3 420	2 140	23 704	3,8
Ilmatieteen laitos	800	3 440	5 087	4 927	1 116		15 370	2,5
Tampereen yliopisto	105	3 947	5 183	4 428	1 108		14 771	2,4
Kuopion yliopisto	115	2 906	5 139	4 574	1 559	253	14 546	2,3
Valtion teknillinen tutkimuskeskus		1 639	3 004	4 684	3 058	1 930	14 315	2,3
Kansanterveyslaitos		1 421	1 334	3 828	2 899	2 167	11 649	1,9
Ulkomaiset organisaatiot		1 023	4 756	2 532	650	40	9 001	1,4
Metsäntutkimuslaitos	10	1 645	2 349	2 558	778		7 340	1,2
Helsingin kauppakorkeakoulu		1 058	1 427	1 259	389		4 133	0,7
Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu		104	534	1 350	1 110	557	3 655	0,6
Yritykset		750	1 034	570	47		2 401	0,4
Turun kauppakorkeakoulu		313	954	687	146		2 100	0,3
Svenska handelshögskolan	105	787	546	250	146		1 834	0,3
Lapin yliopisto		92	530	538	380		1 540	0,2
Akatemian koordinointi ohjelmissa		235	368	205	340	292	1 440	0,2
Yhteisöt		322	427	245	200	200	1 394	0,2
Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus		268	247	257			772	0,1
Suomen ympäristökeskus	35	262	252	145			694	0,1
Taideteollinen korkeakoulu		104	310	206			620	0,1
Helsingin yliopistollinen keskussairaala		103	248	145			496	0,1
Vaasan yliopisto	10	212	122				344	0,1
Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos			165	170			335	0,1
Sibelius Akatemia			80	80			160	0,0
Yhteensä	2 790	109 216	160 322	183 589	101 524	66 200	623 641	100,0
% kumul.	0	18	44	73	89	100		

T&k-menot rahoituslähteen mukaan sektoreittain 1998

Sektorit	Menot yhteensä	Rahoituslähde											
		Julkinen sektori / valtion hallinnonalat											
		Kotimaiset yritykset	Julkisen rahoitus yhyhteensä	Yhyhteensä	Valtio-neuvoston kanslia	Oikeus-ministeriö	Ulko-asiain-ministeriö	Sisäasiain-ministeriö	Puolustus-ministeriö	Valtiovarain-ministeriö	Suomen Akatemiat	Muu opetus-ministeriö**	Maa-jatalous-minist.
Kaikki yhteensä	19 945	12 395	6 381	5 976	3	8	23	6	157	43	502	2 065	451
Yritykset	13 395	11 835	936	822	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teollisuus	11 013	10 221	580	525	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muut toimialat	2 382	1 614	356	296	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Julkinen sektori	2 639	384	1 957	1 806	3	8	8	3	151	41	32	65	429
Valtion hallinnonalat	2 374	370	1 784	1 751	3	8	8	3	151	41	30	52	410
Muut julkiset laitokset	137	2	133	24	-	-	-	0	-	-	0	3	16
YVT-sektori*	128	12	40	31	0	-	0	-	-	0	2	10	3
Yliopistosektori	3 911	177	3 487	3 348	-	0	15	3	6	1	470	1 999	22
Yliopistot	3 482	168	3 083	2 948	-	0	15	3	6	1	467	1 978	22
Yliopistolliset keskussairaalat	430	9	404	400	-	-	-	-	0	-	3	22	-

* Yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta

*** Sisältää OPM:n rahoittaman tutkijankoulutuksen

**** Yrityskyselyssä ei yksityiskohtaista hallinnonalaerittelyä

Sektorit	Rahoituslähde												
	Rahastot						Ulkomaat						
	Muut julkiset rahoituslähteet						Yhteensä						
	Liikenne- ja viestintäministeriö	Tekes	Muu KTM	Sosiaali- ja terveysministeriö	Työ- ja elämänterveystoiminta	Ympäristö- ja luonnontieteiden tutkimuskeskus	Hallinnon ja oikeusministeriö						
Kaikki yhteensä	68	1 345	440	643	96	91	36	405	155	1 014	579	325	110
Yritykset													
Teollisuus	-	772	14	-	-	-	36	115	21	602	510	69	23
Muut toimialat	-	502	6	-	-	-	18	55	2	209	158	37	15
	-	269	9	-	-	-	18	60	20	393	353	31	9
Julkisen sektorin yhteensä	62	195	403	264	55	86	-	152	90	208	30	132	46
Valtion hallinnon alat	62	189	396	261	53	85	-	33	32	188	26	117	45
Muut julkiset laitokset	0	0	2	1	0	0	-	109	0	2	-	2	-
YVT-sektori*	1	6	5	2	1	0	-	9	58	19	4	14	1
Yliopistosektori	6	378	23	379	41	5	-	139	43	204	39	124	41
Yliopistot	6	371	23	11	41	5	-	135	40	192	30	121	41
Yliopistolliset keskussairaalat	-	7	-	368	-	-	-	4	4	12	9	3	1

Liite 10

Suuret globaalit muutokset

Osaamisen yhteiskunta on kovin erilainen kuin pääomaan perustuva teollisuusyhteiskunta. Osaaminen on ensiksikin hyvin herkkä tuotannontekijä, sillä jo huomenna joku muu voi olla meitä parempi osaaja ja me menetämme markkinat. Pääoman valtakaudella toiseksi ja kolmanneksikin paras yritys saattoi menestyä, mutta osaamisen valtakaudella vain paras pärjää hyvin. Sen vuoksi kilpailu on kovenunut ja muuttunut ennen kaikkea oppimiskilpailuksi. Tämä koskee yksilöä, yritystä, kaikkia muita organisaatioita ja koko kansakuntaa, myös Eurooppaa. Vain se, joka muita nopeammin, ketterämmin ja älykkäämmin oppii uutta, voi olla tulevaisuuden menestyjä. Kansainvälinen raha suorastaan ryntää yrityksiin ja hankkeisiin, joissa uskotaan olevan huippuosaamista. Vastaavasti ne yritykset, joissa ei uskota olevan riittävästi osaamista, rahastetaan tyhjiin suurilla osingoilla ja muilla tavoilla, ja lopulta tyhjäksi kaluttu yritys myydään eniten tarjoavalle, usein suurelle kansainväliselle alan yritykselle, joka haluaa ostaa markkinaosuutta itselleen. Suomessa on havaittu, että usein tšekiläinen tuotantolaitos ennen pitkää lopetetaan.

Osaamisen yhteiskunnassa nähdään uusi elämäntyyli. Muun muassa tietotekniikka on lähes kaikessa mukana. Lapset ja nuoriso – ja kohta myös vanhemmat – etsivät keskustelukumppaninsa Internetistä. Me seurustelemme sähköpostilla ja kännykällä. Älyvaate muuttaa vaatetuksen tietotekniikaksi auttamaan lasten ja vanhusten hoitamista. Sama kehitys vyöryy muidenkin perinteisten alojen läpi. Yrityksen arvo määräytyy odotuksista. Substanssiarvolla ja rahavirtapohjaisella tuototarvolla on yhä vähäisempi merkitys arvomäärityksessä. Kehitys merkitsee sijoittajarikien kasvua ja riskien arvioinnin vaikeutumista entisestään. Toisaalta mahdollisuudet ovat rajattomat.

Toimialat ovat menneet ja menossa kovasti uusiksi. Meidän hyvin tuntemiemme pankki- ja vakuutusalan ohella muun muassa nopeasti laajenevan etälääketieteen alueella on vaikea sanoa, onko yrityksen toimiala lääketiede vai tietotekniikka. Vaatetusteollisuudessa perinteiseen vaatteeseen lisätään niin paljon uutta teknologiaa, että varsinaisen vaateosan merkitys hinnassa on pieni. Pakkausmateriaalitkin muuttuvat "älykkäiksi". Samanaikainen kova kilpailu ja yhteistyö yritysten kesken tulee normaaliksi toimintatavaksi. Ympäri vuorokautinen toiminta aiheuttaa pienelle yritykselle ongelmia. Globaaleilla markkinoilla asiakkaat ovat kaikilla aikavyöhykkeillä, ja monesti vastauksia vaaditaan heti. Mielenkiintoinen ilmiö on etäisyyden kuolema. Suomi ei ole enää sivussa. Sähköinen kaupankäynti tavoittaa asiakkaan samalla tavalla, olipa yritys Lapissa tai New Yorkissa. Meidän on vain itse tajuttava ja hyödynnettävä se. Eri organisaatioiden verkossa tietojärjestelmät "lii- maavat" yrityksiä nopeaan yhteistoimintaan, joka on suuri kilpailuvaltti.

Suurtuotanto on ollut perinteinen kilpailuetu. Tuotannon pelkän määrän lisäyksen jälkeen tuotetta laajennettiin erilaisilla palveluilla ja perustuote oli tämän palvelukokonaisuuden osa. Tämä kehitys jatkuu edelleen. Nyt on tullut kaksi uutta ulottuvuutta kilpailuun, nopeus ja älykkyys. Ellei ole riittävän nopea markkinoille

mennessään tai asiakkaan pyyntöön reagoidessaan, putoaa kokonaan pelistä. Samalla tavalla menestys ei tule enää kovalla työllä vaan kovalla älykkäällä työllä.

Muutokset näkyvät ympärillämme monella tavalla. Tietoon perustuva osaaminen panostuksella mitattuna jakaantuu Suomessa, kuten muuallakin, hyvin epätasaisesti. Helsingin seudulla sitä on runsaat 44 prosenttia, Tampereella 12 prosenttia, Oulussa noin 11 prosenttia ja Turussa (Salo mukaan lukien) noin 10 prosenttia koko Suomen osaamispanoksesta. Otettaessa Jyväskylä, Vaasa, Porvoo ja Kuopio pois lopusta runsaasta kahdestakymmenestä prosentista juuri mitään ei jää jäljelle. Muuttoliike suuntautuu samoille seuduille kuin panostus.

Toinen suuri ja havaittava ilmiö on uudenlainen syrjäytyminen. Perinteisestä kansantaloustieteen käsitteestä "työ" suuri osa on muuntunut osaamiseksi, mutta ei kaikki. Osaamattomuus synnyttää työttömyyttä ja syrjäytymistä. Tämän vuoksi näyttää välttämättömältä kehittää tietoon pohjautuvan yritystoiminnan ohella myös taitoon perustuvia toimialoja entistä ponnekkaammin. Voimakas muuttoliike tyhjentää suuria alueita aktiiviväestöstä, ja jäljelle jäävät syrjäytyvät palveluiden puutteeseen ja yksinäisyyteen. Erilaisten keinovalikoimien ideointi ja kehittäminen syrjäytymisen estämiseen näyttää entistä tarpeellisemmalta muun muassa ikärakenteen nopean muutoksen vuoksi.

Suomalaiset päättäjät näkivät jo 1980-luvulla käyntiin lähteneen suuren muutoksen, ja sen seurauksena aloitettiin voimakas panostus uuteen teknologiaan. Suomen panostus on ollut kansainvälisestikin mitaten hyvin suuri, ja tuloksia on syntynyt. Tänä päivänä uusia teknologiayrityksiä aloittaa enemmän kuin koskaan ennen. Aivan alussa olevien yritysten rahoitus on niin riskipitoista, että yksityiset pääomasijoittajat eivät halua ottaa sitä riskiä. Poikkeuksen muodostavat uudet Internet- tai muut vastaavat yritykset, joissa arvonnousua voidaan odottaa hyvin nopeasti. Niinpä vastuu alkuvaiheen yritystoiminnan rahoituksesta vielä toistaiseksi lankeaa julkisille toimijoille.

Tämän hetken suuri kysymys on, miten mahdollisia uusia lisäpanostuksia tulisi kohdentaa. Sen vuoksi kansainvälisen arviointiryhmän tehtävänä on ollut selvittää lisärahoitusohjelman tuloksellisuutta. Teknologian nopea kehitys sekä kaikkinaisen tiedon ja pääoman globalisoituminen muuttavat vanhoja rakenteita niin nopeasti, että koko innovaatiojärjestelmän pito ajan tasalla edellyttää jatkuvaa seurantaa ja kehittämistä. Järjestelmän johonkin osaan syntyvät pullonkaulat haittaavat koko innovaatiotoiminnan tehokkuutta.