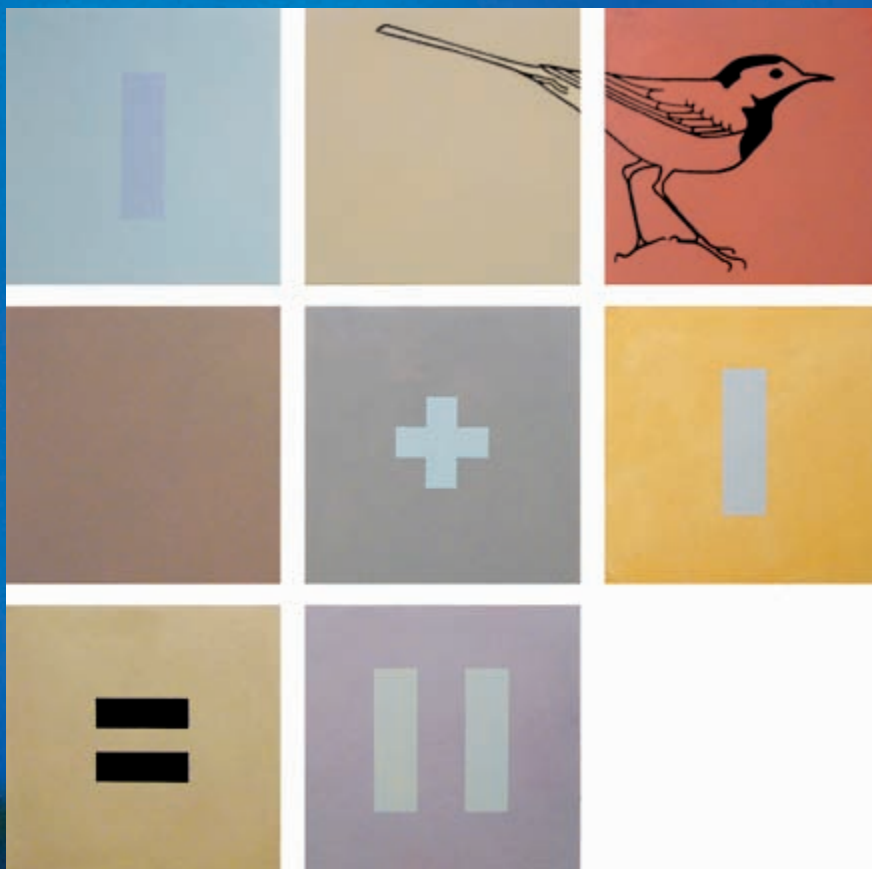


# SUOMEN TIETEEN TILA JA TASO 2009



# SUOMEN TIETEEN TILA JA TASO 2009



*Toimittaneet: Paavo Löppönen, Annamaija Lehto, Kaisa Vaahtera & Anu Nuutinen*

# SUOMEN AKATEMIA LYHYESTI

Suomen Akatemia rahoittaa korkealaatuista tieteellistä tutkimusta, toimii tieteen ja tiedepolitiikan asiantuntijana sekä vahvistaa tieteen ja tutkimustyön asemaa. Toiminta kattaa kaikki tieteen- ja tutkimuksen alat.

Suomen Akatemian kehittämistoimien pääpaino on tutkijoiden uramahdollisuuksien monipuolisessa kehittämisessä, korkeatasoisten tutkimusympäristöjen edellytysten luomisessa ja kansainvälisten mahdollisuuksien hyödyntämisessä kaikilla tutkimuksen, tutkimusrahoituksen ja tiedepolitiikan alueilla.

Akatemialla on käytössään useita erilaisia tutkimusrahoitusmuotoja eri tarkoituksiin. Suomen Akatemian tutkimusrahoituksella edistetään kansainvälistä tutkimusyhteistyötä, sukupuolten tasa-arvoa ja rohkaistaan erityisesti tutkijanaisia hakemaan tutkimusvirkoja sekä tutkimusrahoitusta.

Suomen Akatemia rahoittaa tutkimusta vuosittain yli 297 miljoonalla eurolla. Se on noin 15 prosenttia Suomen valtion tutkimusrahoituksesta.

Akatemian rahoittamissa tutkimushankkeissa tehdään vuosittain noin 3000 tutkijatyövuotta yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa.

Akatemian rahoittama monipuolinen ja korkeatasoinen tieteellinen tutkimus tuottaa uutta tietoa ja uusia osaajia. Akatemia kuuluu opetusministeriön hallinnonalaan ja saa rahoituksensa valtion budjetti-varoista.

Lisää tietoa Suomen Akatemiasta on verkkosivuilla osoitteessa [www.aka.fi](http://www.aka.fi).

Kannen kuva: Osmo Rauhala (2006): Game Theory, kuvannut Ville-Veikko Heinonen

Taitto: DTPage Oy

ISSN 0358-9153

ISBN 978-951-715-761-2 (pain.)

ISBN 978-951-715-762-9 (pdf)

Vammalan Kirjapaino Oy, 2009

# SISÄLTÖ

Esipuhe.....	9
Johdanto .....	11
<b>I SUOMEN TUTKIMUSJÄRJESTELMÄN KEHITYS JA NYKYTILA .....</b>	<b>13</b>
<b>1 Suomen tutkimusjärjestelmän kehittämisen pitkät linjat.....</b>	<b>15</b>
<b>2 Tutkimusjärjestelmän rakennekehitys .....</b>	<b>20</b>
2.1 Johdanto.....	20
2.2 Tutkimusjärjestelmän kehitys.....	20
2.3 Tutkimuksen inhimilliset voimavarat .....	25
2.4 Tutkimusympäristöt ja yhteistyö.....	35
2.5 Tutkimuksen tuloksellisuus ja tieteellinen vaikuttavuus .....	41
2.6 Tutkimusjärjestelmän rakenteelliset uudistukset 2000-luvun lopulla.....	49
Lähteet .....	53
<b>3 Suomi tieteen maailmankartalla .....</b>	<b>55</b>
3.1 Toimintaympäristön muutoksia.....	55
3.2 Tieteen muuttuva maantiede.....	55
3.3 Kansainvälistyminen: tiedepolitiikka vastaa haasteisiin .....	56
3.4 Suomen tieteen kansainvälistyminen.....	58
3.5 Suomen osallistuminen eurooppalaiseen yhteistyöhön .....	62
3.6 Kansainvälistymisen indikaattoreista .....	65
3.7 Kansainvälistymisen tulevaisuuden muutoksia.....	65
3.8 Johtopäätökset.....	66
Lähteet .....	67
<b>4 Tiede yhteiskunnassa .....</b>	<b>68</b>
4.1 Tiede kansalaisten mielipiteissä ja asenteissa.....	70
4.2 Tutkimustieto yhteiskunnallisessa päätöksenteossa .....	73
4.3 Tutkimuksen ja tutkimusrahoituksen vaikuttavuus .....	74
4.4 Johtopäätöksiä.....	78
Lähteet .....	79
<b>II SUOMEN TIETEELLISEN TUTKIMUKSEN TILA .....</b>	<b>85</b>
<b>1 Biotieteiden ja ympäristön tutkimus.....</b>	<b>87</b>
<b>2 Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimus .....</b>	<b>131</b>
<b>3 Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimus.....</b>	<b>161</b>
<b>4 Terveyden tutkimus.....</b>	<b>207</b>

<b>III KEHITTÄMISSUUNNAT.....</b>	<b>245</b>
1 Yleisarvio tilasta ja tulevaisuudesta .....	247
2 Kansainvälistymisen haasteet .....	250
3 Tohtorikoulutus ja tutkijanura .....	252
4 Luovat tutkimusympäristöt ja yhteistyö .....	253
5 Tutkimuksen infrastruktuurit .....	255
6 Tiede yhteiskunnassa .....	256
<b>Litteet</b>	
1 Suomen tieteen tila ja taso 2009 -raportin valmisteluun osallistuneet .....	259
2 Bibliometriikka .....	267

## Kuvailulehti

<b>Julkaisija</b>	Suomen Akatemia	<b>Päivämäärä</b> Lokakuu 2009
<b>Tekijä(t)</b>		
<b>Julkaisun nimi</b>	Suomen tieteen tila ja taso 2009	
<b>Tiivistelmä</b>	<p>Suomen Akatemia laatii kerran tieteellisten toimikuntien kolmivuotisen toimikauden aikana Suomen tieteen tilaa ja tasoa arvioivan katsauksen. Vuoden 2009 raportti koostuu yleisestä osasta, tieteellisten toimikuntien valmistelemasta osasta ja kehittämisosasta. Tämän Suomen tieteen tila ja taso 2009 -raportin tavoitteita ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysoida Suomen tieteellistä tutkimusta ja tutkimusjärjestelmää eurooppalaisessa ja globaalissa toimintaympäristössä,</li> <li>• arvioida sen tilaa ja tasoa erilaisten mittareiden ja vertailujen avulla,</li> <li>• esittää analyysien ja arviointien pohjalta Suomen tieteellisen tutkimuksen ja tutkimusjärjestelmän kehittämissuuntia.</li> </ul> <p>Raportin yleisessä osassa tarkastellaan Suomen tutkimusjärjestelmän kehitystä viime vuosikymmenien aikana ja tutkimusjärjestelmän rakennekehitystä erityisenä painotuksena yliopistojen tutkimustoiminta. Lisäksi siinä eritellään kansainvälisen toimintaympäristön kehitystä ja Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän kansainvälistymistä sekä tiedettä yhteiskunnassa.</p> <p>Suomen tieteellisen tutkimuksen tilaa käsittelevässä osassa tieteelliset toimikunnat tarkastelevat Suomen tieteen vahvuuksia, heikkouksia ja mahdollisuuksia kukin omilla tieteenaloillaan. Ne erittelevät myös muun muassa tohtorikoulutusta ja tutkijanuraa, tutkimuksen infrastruktuureita sekä tieteellistä ja yhteiskunnallista vaikuttavuutta.</p> <p>Raportin kehittämisosassa esitetään yleisarvio Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän tilasta ja tasosta sekä joukko kehittämissuuntia. Akatemia esittää, että Suomeen laaditaan kansallinen tiedestrategia keskeisten toimijoiden yhteistyönä. Lisäksi siinä esitetään konkreettisia kehittämistoimia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kansainvälistymisessä,</li> <li>• tohtorinkoulutuksessa ja tutkijanurassa,</li> <li>• luovien tutkimusympäristöjen kehittämisessä,</li> <li>• tutkimuksen infrastruktuurien ajanmukaistamisessa,</li> <li>• tieteen asemasta suomalaisessa yhteiskunnassa.</li> </ul>	
<b>Asiasanat</b>		
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Suomen Akatemian julkaisuja 9/09	
<b>ISSN</b>	0358-9153	
<b>ISBN</b>	Painetulle kirjalle annettu tunnus 978-951-715-761-2	Pdf-versiolle annettu tunnus 978-951-715-762-9
<b>Sivumäärä</b>	274 s.	
<b>Julkaisun jakaja</b>	Suomen Akatemia, PL 99, 00501 Helsinki, <a href="mailto:viestinta@aka.fi">viestinta@aka.fi</a>	
<b>Julkaisun kustantaja</b>	Suomen Akatemia	
<b>Painopaikka ja -aika</b>	Vammalan Kirjapaino Oy, 2009	
<b>Muut tiedot</b>	<a href="http://www.aka.fi/julkaisut">www.aka.fi/julkaisut</a>	

## Presentationsblad

<b>Utgivare</b>	Finlands Akademi	Datum	Oktober 2009
<b>Författare</b>			
<b>Titel</b>	Vetenskapens tillstånd och nivå i Finland 2009		
<b>Sammandrag</b>	<p>Finlands Akademi publicerar en gång under de vetenskapliga forskningsrådets treåriga mandatperiod en översikt över vetenskapens tillstånd och nivå i Finland. År 2009 består rapporten av en allmän del, en del som de vetenskapliga forskningsråden svarar för och en utvecklingsdel.</p> <p>Syftet med rapporten Vetenskapens tillstånd och nivå i Finland 2009 är:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• att analysera den vetenskapliga forskningen i Finland och det finländska forskningssystemet i en europeisk och global kontext,</li> <li>• att bedöma vetenskapens tillstånd och nivå med hjälp av olika mätare och jämförelser,</li> <li>• att utifrån analyser och utvärderingar föreslå utvecklingslinjer för den vetenskapliga forskningen och forskningssystemet i Finland.</li> </ul> <p>I rapportens allmänna del granskas det finländska forskningssystemets utveckling under de senaste decennierna och de strukturella förändringar som där skett, med särskild fokus på universitetsforskningen. Vidare analyserar rapporten utvecklingen i den internationella omvärlden, den finländska vetenskapens och det finländska forskningssystemets internationella roll samt vetenskapens ställning i samhället.</p> <p>I den del som behandlar forskningens tillstånd i Finland granskar de vetenskapliga forskningsråden inom sina respektive forskningsområden den finländska vetenskapens styrkor, svagheter och möjligheter. De analyserar också bland annat doktorsutbildningen och forskarkarriären, forskningens infrastrukturer samt forskningens vetenskapliga och samhälleliga genomslag.</p> <p>I utvecklingsdelen presenteras en allmän bedömning av vetenskapens och forskningssystemets tillstånd och nivå i Finland. Därtill behandlas en mängd olika utvecklingsriktningar. Akademin föreslår att de centrala aktörerna inom vetenskapen tillsammans utarbetar en nationell vetenskapsstrategi för Finland. Därtill bör utvecklingsåtgärder vidtas inom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• det internationella samarbetet</li> <li>• doktorsutbildningen och forskarkarriärens ställning,</li> <li>• utvecklingen av kreativa forskningsmiljöer,</li> <li>• uppdateringen av forskningens infrastrukturer,</li> <li>• vetenskapens ställning i det finländska samhället.</li> </ul>		
<b>Nyckelord</b>			
<b>Seriens namn och nummer</b>	Finlands Akademis publikationer 9/09		
<b>ISSN</b>	0358-9153		
<b>ISBN</b>	ISBN-nummer för bokversionen 978-951-715-761-2	ISBN-nummer för pdf-versionen 978-951-715-762-9	
<b>Sidoantal</b>	274 s.		
<b>Distributör</b>	Finlands Akademi, PB 99, 00501 Helsingfors, <a href="mailto:viestinta@aka.fi">viestinta@aka.fi</a>		
<b>Förlag</b>	Finlands Akademi		
<b>Tryckort och -datum</b>	Vammalan Kirjapaino Oy, 2009		
<b>Övriga uppgifter</b>	<a href="http://www.aka.fi/publikationer">www.aka.fi/publikationer</a>		

## Description

<b>Publisher</b>	Academy of Finland	Date	October 2009
<b>Author(s)</b>			
<b>Title</b>	The state and quality of scientific research in Finland		
<b>Abstract</b>	<p>The Academy of Finland conducts a review of the current state of science and research in Finland once every three years to coincide with its Research Councils' terms. The 2009 report is divided into three parts: a general overview, the Research Councils' reports, and future directions for development.</p> <p>This 2009 report on the current state of science and research has the following objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to analyse scientific research in Finland and the national research system in a European and global context;</li> <li>• to assess the current state of science and research based on various indicators and comparisons; and</li> <li>• to outline future directions for the development of scientific research and the national research system.</li> </ul> <p>The general overview describes the development of the Finnish research system over the past few decades, with special reference to science and research activities within universities. In addition, it discusses the development of the international operating environment, the internationalisation of Finnish science and the Finnish research system, and the role of science in society.</p> <p>In the second part of the report, the Academy's four Research Councils discuss the strengths, weaknesses and opportunities of Finnish science and research in their respective fields. Furthermore, they deal with the state of doctoral training and research careers, research infrastructures and questions of scientific and social impact.</p> <p>The third part of the report provides a general assessment of the state of scientific research in Finland and the country's research system and outlines future directions for development. The Academy proposes that key players in the field join forces to draw up a national science strategy. In addition, the report calls for concrete development measures to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• promote internationalisation,</li> <li>• advance doctoral training and research careers,</li> <li>• develop creative research environments,</li> <li>• update research infrastructures, and</li> <li>• strengthen the position of science in Finnish society.</li> </ul>		
<b>Key words</b>			
<b>Name and number of series</b>	Publication of the Academy of Finland 9/09		
<b>ISSN</b>	0358-9153		
<b>ISBN</b>	Print 978-951-715-761-2	Pdf	978-951-715-762-9
<b>Number of pages</b>	274 p.		
<b>Distributed by</b>	Academy of Finland, POB 99, FI-00501 Helsinki, <a href="mailto:viestinta@aka.fi">viestinta@aka.fi</a>		
<b>Published by</b>	Academy of Finland		
<b>Place and date of printing</b>	Vammalan Kirjapaino Oy, 2009		
<b>Other information</b>	<a href="http://www.aka.fi/publications">www.aka.fi/publications</a>		



# ESIPUHE

Suomen Akatemia on laatinut raportin Suomen tieteen tilasta ja tasosta kolmen vuoden välein vuodesta 1997 lähtien.

Nyt julkaistavan raportin tavoitteita ovat:

- analysoida Suomen tieteellistä tutkimusta ja tutkimusjärjestelmää eurooppalaisessa ja globaalissa toimintaympäristössä,
- arvioida niiden tilaa ja tasoa erilaisten mittareiden ja vertailujen avulla sekä
- esittää analyysien ja arviointien pohjalta Suomen tieteellisen tutkimuksen ja tutkimusjärjestelmän kehittämissuuntia.

Suomen tieteellisellä tutkimuksella ja sen kehittämisellä on edessään suuret haasteet. On erittäin tärkeää, että käymme juuri nyt perinpohjaista kehittämiskeskustelua, joka perustuu vankkaan tietopohjaan. Akatemia haluaa tällä raportilla vauhdittaa aktiivista ja avointa keskustelua Suomen tieteen tulevaisuudesta.

Raportti palvelee Akatemian tutkimuspoliittista ja strategista suunnittelutyötä. Olen vakuuttunut, että sen tiedoilla ja analyyseilla on huomattava merkitys myös kansallisen tiedepolitiikan muotoilussa.

Raportin laadinnan johtoryhmässä ovat toimineet pääjohtaja Markku Mattila (puheenjohtaja), professori Eila Helander (Helsingin yliopisto, Akatemian hallitus), professori, tieteellinen johtaja Jorma Lammasniemi (Valtion teknillinen tutkimuskeskus), arviointi- ja kehittämistoimen johtaja Paavo Löppönen (Suomen Akatemia), professori, vararehtori Marja Makarow (Helsingin yliopisto, Euroopan Tiedesäätiön pääjohtaja 1.1.2008 lähtien), ylijohtaja, tutkimus Riitta Mustonen (Suomen Akatemia), professori, johtaja Pirkko Nuolijärvi (Kotimaisten kielten tutkimuskeskus, Akatemian hallitus), professori Erkki Oja (Teknillinen korkeakoulu, Akatemian hallitus), professori Paavo Pelkonen (Joensuun yliopisto, Akatemian hallitus) ja professori Kalervo Väänänen (Turun yliopisto, Akatemian hallitus). Jäseneksi on nimetty 1.3.2008 lähtien professori, vararehtori Heikki Ruskoaho (Oulun yliopisto) ja 1.4.2008 lähtien johtaja Leena Vestala (opetusministeriö).

Raportin valmistelleeseen työryhmään ovat kuuluneet johtaja Paavo Löppönen (puheenjohtaja), johtava tiedeasiantuntija Annamaija Lehvo, tiedeasiantuntija Anu Nuutinen ja projektisihteeri Kaisa Vaahtera.

Erityisen kiitoksen ansaitsevat tieteelliset toimikunnat ja niiden työhön osallistuneet asiantuntijat. Kaiken kaikkiaan raportin laadintaan on antanut panoksensa yli 400 asiantuntijaa (ks. liite 1). Kiitän kaikkia raportin laatimiseen osallistuneita mittavasta, vaativasta ja kansainvälisestäkin arvioiden merkittävästä työstä.

Akatemian hallitus on hyväksynyt raportin kokouksessaan 25.8.2009.

Helsinki 8.9.2009

*Markku Mattila*  
Pääjohtaja

# JOHDANTO

Suomen Akatemia laatii kerran tieteellisten toimikuntiansa kolmivuotisen toimikauden aikana Suomen tieteen tilaa ja tasoa arvioivan katsauksen. Ensimmäinen raportti ilmestyi vuonna 1997 ja edellinen vuonna 2006. Vuoden 2006 raportti ilmestyi usean raportin kokonaisuutena: sen osana julkistettiin bibliometrinen analyysi Suomen tieteestä (Lehvo & Nuutinen 2006) ja myös Suomen ensimmäinen tieteen ja teknologian kansallinen ennakointi (FinnSight 2015).

Tämän Suomen tieteen tila ja taso-raportin tavoitteita ovat:

- analysoida Suomen tieteellistä tutkimusta ja tutkimusjärjestelmää eurooppalaisessa ja globaalissa toimintaympäristössä,
- arvioida niiden tilaa ja tasoa erilaisten mittareiden ja vertailujen avulla ja
- esittää analyysien ja arviointien pohjalta Suomen tieteellisen tutkimuksen ja tutkimusjärjestelmän kehittämissuuntia.

Raportti koostuu yleisestä osasta I, tieteellisten toimikuntien valmistelemasta osasta II ja kehittämisosasta III. Yleisen osan luvussa 1 käsitellään Suomen tutkimusjärjestelmän kehitystä viime vuosikymmenten ajalla ja luvussa 2 Suomen tutkimusjärjestelmän rakennekehitystä painottaen yliopistojen tutkimustoimintaa. Luku 3 erittelee kansainvälisen toimintaympäristön kehitystä, tarkastelee Suomen tieteen asemaa tässä ympäristössä sekä erittelee Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän kansainvälistymistä. Luku 4 tarkastelee tiedettä yhteiskunnassa: tutkimuksen asemaa päätöksenteossa, innovaatiojärjestelmässä ja sivistyksessä sekä tutkimuksen vaikutavuutta. Osassa II tieteelliset toimikunnat arvioivat Suomen tieteen vahvuuksia, heikkouksia ja mahdollisuuksia. Osassa III esitetään linjauksia tieteellisen tutkimuksen ja tutkimusjärjestelmän kehittämiseksi.

Osat muodostavat kokonaisuuden, mutta yleisen osan kukin luku on luettavissa erikseen samoin kuin kunkin toimikunnan arvio alojensa vahvuuksista, heikkouksista ja mahdollisuuksista.

Monissa maissa julkaistaan säännöllisin väliajoin analyttisiä raportteja, joissa tarkastellaan kansallisten tutkimus- ja innovaatiojärjestelmien kehitystä ja selvitetään niiden suhteellisia vahvuuksia ja heikkouksia. Yhdysvaltain *Science and Engineering Indicators (SEI)* on ilmestynyt kahden vuoden välein vuodesta 1973 lähtien (National Science Board 2008). Pääasiallisesti se kokoaa olemassa olevaa tietoa tilastoista, tietokannoista, kyselyistä ja tieteellisistä tutkimuksista helposti luettavaksi kokonaisuudeksi. Se käsittelee mm. tutkimus- ja kehittämistoiminnan kansallisia trendejä ja kansainvälisiä kytkentöjä, luonnontieteiden opetusta perusopetuksessa, lukioidissa ja korkeakouluissa sekä kansalaisten asenteita ja perustietoja luonnontieteitä ja teknologiaa kohtaan. Raportissa painotetaan voimakkaasti luonnontieteiden ja tekniikan alojen työvoimatietoja, minkä tekee tärkeäksi muun muassa Yhdysvaltain tutkijakunnan voimakas maahanmuuttajapainotteisuus.

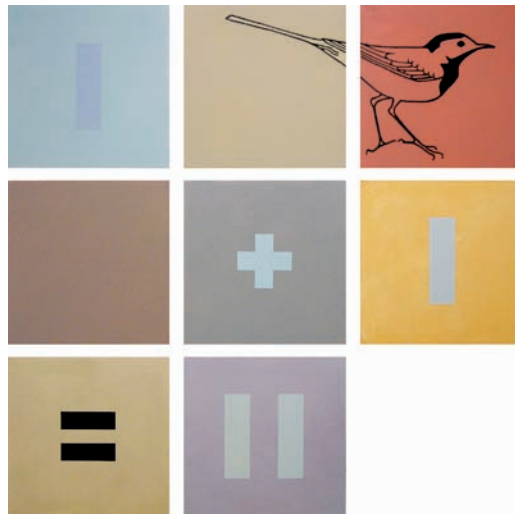
Muun muassa Ranska (L'Observatoire des Sciences et des Techniques 2009), Alankomaat (NOWT 2008) ja Norja (NIFU 2007) tuottavat säännöllisesti tiede- ja teknologiaindikaattorijulkaisuja. Niiden painotukset poikkeavat selvästi toisistaan. Ranskan raportin mielenkiinnon kohteita ovat erityisesti maan tutkimus- ja kehittämistoiminnan suhteellinen asema Euroopassa ja maailmassa sekä alueelliset vahvuudet ja heikkoudet Ranskassa ja Euroopassa. Alankomaiden raportin painopiste on selkeästi bibliometrinen menetelmien soveltamisessa maan yliopistojen ja tutkimuslaitosten suoritusarviointiin sekä Alankomaiden tutkimuksen kansainvälisen aseman määrittämiseen.

Kanadan (Council of Canadian Academies 2006) ja Japanin (NISTEP 2009) analyysityö on edellisiä selvästi monipuolisempaa ja tavoitteellisempaa. Kanada käyttää laajaa indikaattorijoukkoa ja kyselyjä maan tieteellisten ja teknologisten vahvuuksien sekä nousevien alojen määrittelyyn. Japani yhdistää tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän toimintaa kuvaavat indikaattorit monipuolisiin kyselyihin, joissa tarkastellaan muun muassa tutkimuksen vaikuttavuutta ja tieteen asemaa yhteiskunnassa. NISTEP analysoi myös kehittyneiden maiden tutkimus- ja kehittämistoiminnan suuntia ja tasoa bibliometristen menetelmien avulla. Työ yhdistyy erittäin laaja-alaiseen ennakoitavuuteen.

## LÄHTEET

- Council of Canadian Academies 2006. State of Science & Technology in Canada. Ottawa 2006.
- FinnSight 2015: Tieteen teknologian ja yhteiskunnan näkymät. Suomen Akatemia ja Tekes, Helsinki 2006.
- Lehvo, Annamajja & Anu Nuutinen: Finnish science in international comparison. A bibliometric analysis. Suomen Akatemian julkaisu 15/2006.
- L'Observatoire des Sciences et des Techniques 2009. Indicateurs de sciences et de technologies. Paris 2009.
- National Science Board 2008. Science and Engineering Indicators 2008. Arlington 2008.
- NIFU 2007. Science and Technology Indicators for Norway. Oslo 2007.
- NISTEP 2009. Science and Technology Indicators (2009 version). NISTEP Tokyo 2009.
- NOWT 2008. Science and Technology Indicators. Leiden 2008.

# I SUOMEN TUTKIMUSJÄRJESTELMÄN KEHITYS JA NYKYTILA



# I SUOMEN TUTKIMUSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMISEN PITKÄT LINJAT

Suomen tutkimusjärjestelmän kehitys 1960-luvulta tähän päivään osoittaa, kuinka tiede- ja teknologia-politiikka ja sitä tekevät ja tukevat organisaatiot seuraavat tiettyjä historiallisesti ja kulttuurisesti määrittämiä kehitysratoja ja muuttuvat vain hitaasti ja vähitellen. Talouden ja yhteiskunnan rakenteet ja yhteiskuntapolitiikan suuntautuminen toimivat vuorovaikutuksessa tämän muutoksen kanssa. Hyvin olennaisena osana muutokseen kuuluu muiden maiden mallien ja kokemusten seuraaminen ja niiden luova soveltaminen kansalliseen perinteeseen ja kansallisiin tavoitteisiin (Lemola 2002).

Suomen kehityksen tarkastelu osoittaa myös sen, kuinka tiede- ja teknologia-politiikassa voidaan pitkäjänteisellä ja johdonmukaisella kehittämistyöllä päästä varsin nopeasti seuraajan asemasta eturintama-asemaan (Georghiou ym. 2003).

Suomen tiede- ja teknologia-politiikan kehitys voidaan jakaa viiteen vaiheeseen:

1. Perusrakenteiden kehittämisen kausi (1960- ja 1970-luku)
2. Teknologisen kehittämisen kausi (1980-luku)
3. Tietoperustaisen yhteiskunnan kehittäminen: kansallinen innovaatiojärjestelmä (1990-luku)
4. Vakiinnuttamisen kausi (2000-luvun alku)
5. Rakenteellisen kehittämisen kausi (2005–)

## Perusrakenteiden kehittämisen kausi, 1960- ja 1970-luvut

Tiede- ja teknologia-politiikan peruskäsitteet omaksuttiin kansainvälisiltä malleilta ja sovitettiin suomalaiseen yhteiskuntaan

- Poliittinen järjestelmä omaksui aktiivisen roolin: tiedeneuvoston perustaminen
- Yliopistojärjestelmän nopea alueellinen laajentaminen
- Tieteen modernin rahoitusjärjestelmän luominen perustamalla uusimuotoinen Suomen Akatemia
- Suunnittelukonseptin soveltaminen yliopistolliseen koulutukseen ja tieteelliseen tutkimukseen.

Suomen tutkimusrahoitus oli 1950–1960-lukujen taitteessa vaatimatonta, pääasiassa yliopistojen ja tutkimuslaitosten suoran budjettirahoituksen ja kahden tieteellisen toimikunnan apurahojen varassa. OECD otti samaan aikaan tutkimus- ja kehittämistyön asialistalleen ja korosti sen positiivisia vaikutuksia talouden kasvuun. Linkomiehen komitean ehdotuksesta perustettiin – erityisesti Ruotsin ja Ison-Britannian esimerkkiä noudattaen – vuonna 1961 kuusi tieteellistä toimikuntaa ja niihin tutkijoiden ja tutkimusassistenttien toimia. Tiedeneuvosto perustettiin vuonna 1963 hallituksen valmisteluksi tiedettä ja korkeakoululaitosta koskevissa kysymyksissä. Uusimuotoinen Suomen Akatemia perustettiin 1969 ”tieteen hallinnon keskuselimeksi” ja se sai tiedepoliittisia valtuuksia muiden länsieurooppalaisten toimikuntajärjestelmien tapaan.

Suomessa oli 1960 seitsemän korkeakoulua ja kauden lopulla 1979 perustettiin nykyinen Lapin yliopisto. Kun oppilaitoksia oli lisäksi muutettu korkeakouluiksi, niiden lukumäärä nousi tuolloin 20:een. Lähinnä OECD:n vaikutuksesta tiede, tutkimus ja yliopistot kytkeytyivät entistä lujemmin osaksi yleistä yhteiskunnallista suunnittelua (Tiitta 2004).

## Teknologisen kehittämisen kausi, 1980-luku

- Teknologiakomitea
- Teknologian tutkimuskeskuksen (Tekes) perustaminen
- Kansalliset teknologiaohjelmat: yritysten ja yliopistojen yhteistyö
- Yritysten laajamittainen tutkimus- ja kehittämistoiminta käynnistyi
- Suomen Akatemian tutkimusohjelmat
- Tiedeneuvoston muuttaminen tiede- ja teknologianeuvostoksi.

Valtioneuvosto teki vuonna 1982 teknologia-politiittisen periaatepäätöksen, jolla linjattiin muun muassa teknologiakomitean (1980) työn pohjalta tutki-

mus- ja kehittämistoiminnan ja -rahoituksen linjat pitkäälle eteenpäin. Päätaavoitteena oli maan tuotantorakenteen monipuolistaminen ja talouden kilpailukyky. Rahoituskanavaksi perustettiin Teknologian kehittämiskeskus (Tekes), jonka rahoitus lähti erittäin vahvaan kasvuun. Sen tuki yritysten käynnistyneelle tutkimus- ja kehittämistoiminnalle oli olennainen.

Tekes käynnisti kansallisia teknologiaohjelmia. Niiden merkitys oli varsin pian huomattava kahdessa suhteessa: ne lisäsivät nopeasti yliopistojen ja yritysten yhteistyötä, joka on Suomen järjestelmän vahvuus edelleen, ja ne vahvistivat olennaisesti tieto- ja viestintäteknologisen teollisuuden mahdollisuutta laajentua ja näin monipuolistaa Suomen elinkeinorakennetta.

Tiedepolitiikan muuttumisen tiede- ja teknologiapolitiikaksi sinetöi tiede- ja teknologianeuvoston nimen muuttaminen tiede- ja teknologianeuvostoksi vuonna 1986.

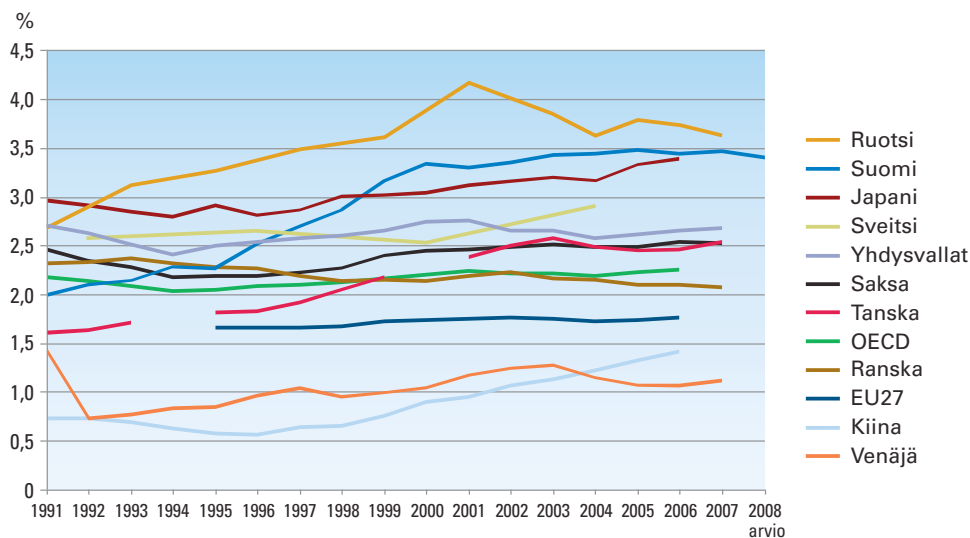
Suomi omaksui ensimmäisenä OECD-maana järjestön analyysivälineenä käyttämän kansallisen innovaatiojärjestelmän käsitteen tiede- ja teknologiapolitiittisen valmistelun välineeksi 1980–1990-lukujen taitteessa. Tämä merkitsi laajan systeemisen perspektiivin omaksumista ja kaikkien tietoa ja

### Tietoperustaisen yhteiskunnan kehittäminen: kansallinen innovaatiojärjestelmä, 1990-luku

- Näkökulma kehittämisessä: innovaatiojärjestelmä
- EU-jäsenyys: kansainvälistymiseen kannustaminen
- Hallituksen lisärahoitusohjelma: Suomi kärkijoukkoon
  - Tutkijakoulujärjestelmän perustaminen ja nopea laajentaminen
  - Tutkijatohtorijärjestelmän perustaminen
  - Kansallinen huippuyksikköstrategia ja huippuyksikköohjelmat
- Kilpaillun rahoituksen ensisijaisuus: Suomen Akatemia ja Tekes.

osaamista kehittävien toimien sisällyttämistä samantasaisten varjojen alle.

Jo EU:n jäsenyyteen valmistautuminen ja erityisesti EU:n jäsenyys vuonna 1995 mahdollistivat suomalaisten tutkijoiden kansainvälisen yhteistyön aivan uudessa laajuudessa. Suomalaiset myös tarttuivat tilaisuuteen, jonka osoittaa osallistumisaste tuolloin käynnissä olleeseen neljänteen puiteohjel-



**Kuva 1.** Tutkimus- ja kehittämistoiminnan panostuksen osuus bruttokansantuotteesta (%) eräissä OECD-maissa sekä Kiinassa ja Venäjällä. Lähde: OECD 2008a.

maan. EU-yhteistyö on siitä lähtien toiminut monin tavoin suomalaisen tutkimuksen kansainvälistymisen ponnahduslautana.

Vuonna 1996 valtioneuvosto päätti kolmen miljardin markan osoittamisesta tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Tavoitteena oli tehostaa innovaatiojärjestelmän toimintaa talouden, yritystoiminnan ja työllisyyden hyväksi (nk. lisärahoitusohjelma). Eri-tyyppisten kerrannaisvaikutusten johdosta Suomen tutkimuspanostus kasvoi muutamassa vuodessa noin 2,3 prosentista noin 3,2 prosenttiin bruttokansantuotteesta, mikä nosti Suomen maailman kärkijoukkoon.

Päätöksen myötä kilpaillun tutkimusrahoituksen osuus perusrahoitukseen verrattuna kasvoi merkittävästi. Sekä Suomen Akatemia että Tekes lisäsivät tutkimusohjelmarahoitusta. Lisärahoitusohjelman avulla luotiin Suomeen tutkimuksen huippuyksikköstrategia ja huippututkimusohjelmat ja tutkija-tohtorijärjestelmä. Lisäksi sillä vahvistettiin ja laajennettiin tutkijakoulujärjestelmää sekä yliopistojen laitekantaa ja tutkimusedellytyksiä.

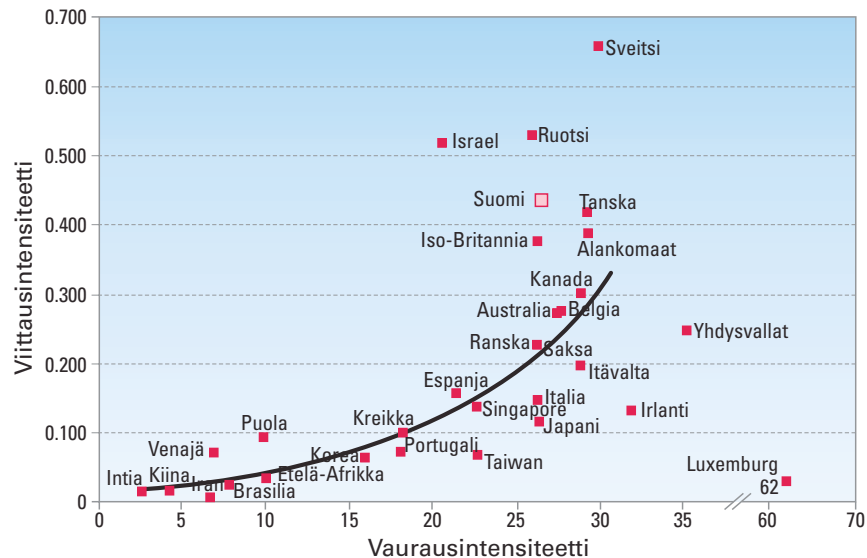
2000-luvun alkuvuodet merkitsivät 1990-luvulla tehtyjen kehittämistoimien ja organisaatioiden laa-

### Vakiinnuttamisen kausi, 2000-luvun alku

- 1990-luvun investointien ja toimintalinjojen sekä toimijoiden arviointi
- Suomen aseman vakiintuminen tiede- ja teknologiapolitiikan kärkitoimijana maailmassa
- Globaalin yhteistoiminnan vahvistuminen.

jaa arviointia ja vakiinnuttamista. Muun muassa Suomen Akatemia, Tekes ja Sitra arvioitiin ja yliopistojen arvioinnit yleistyivät ja vakiintuivat. Lisärahoitusohjelman vaikuttavuus arvioitiin.

Suomen asema tiede- ja teknologiapolitiikan yhtenä kärkitoimijana maailmassa vakiintui. Suomi esiintyi toistuvasti kärkisijoilla kansainvälisissä mitauksissa ja arvioinneissa, kuten tietoperustaisen kehityksen ja kansainvälisen kilpailukyvyyn maavertailuissa. Suomen vahvuuksiksi todettiin jatkuvasti erityisesti investoinnit tieteeseen ja teknologiaan, koulutus, tutkijat ja tutkijoiden saatavuus sekä teknologian kehittäminen. Myös tieteellinen tuottavuus ja tutkimuksen laatu olivat nousseet suhteellisilla mitareilla mitattuna OECD-maiden kärkijoukkoon.



**Kuva 2.** Kansakuntien taloudellisen ja tieteellisen vaurauden vertailu. Viittausintensiiteetti on tieteellisten julkaisujen viittauskertymä suhteutettuna bruttokansantuotteeseen ja vaurausintensiiteetti on bruttokansantuote asukasta kohti. (Tiedot ostovoimakorjattu vuoden 1995 mukaan.) Lähde: King, D. *The scientific impact of nations. Nature 430, 2004.*

Kansainvälistymisessä vahvistettiin erityisesti yhteistyötä Euroopan ulkopuolisten maiden kanssa. Muun muassa Japanin, Kiinan, Intian ja Kanadan kanssa tiivistettiin ohjelmayhteistyötä. Konkreettinen tutkimusyhteistyö ja pääsy globaaleihin verkostoihin asetettiin etusijalle.

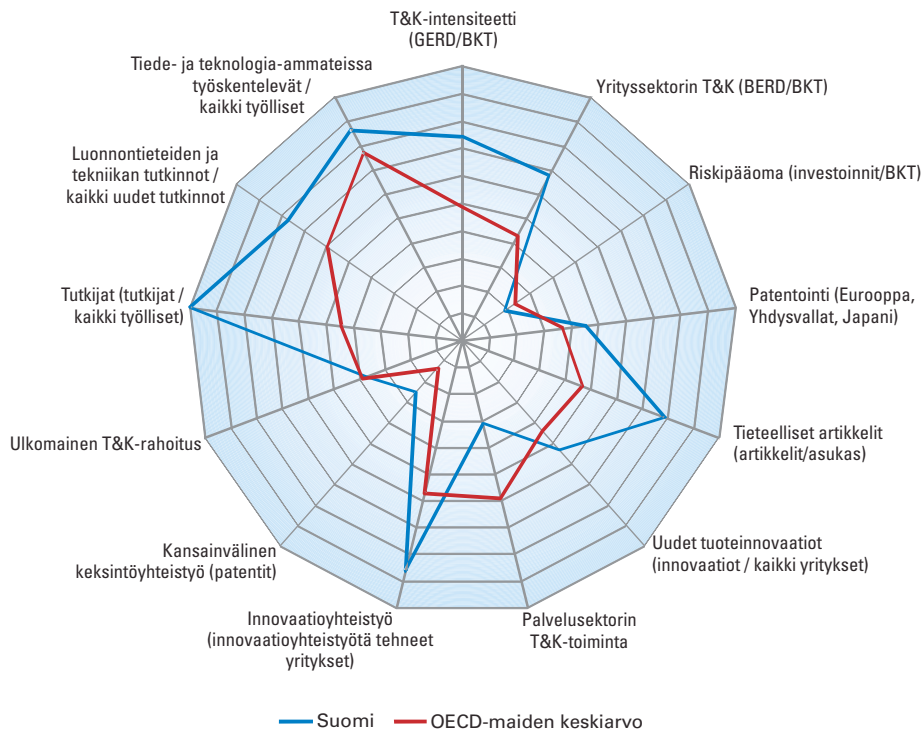
Valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä (Valtioneuvosto 2005) suuntaa uuden vaiheen kehittämistyötä. Sen keskeisiä tavoitteita ovat järjestelmän tehokkuus ja vaikuttavuus.

Tavoitteisiin pyritään muun muassa toimintojen priorisoinnilla, organisaatioiden profiloitumisella ja yhteistyön tehostamisella sekä poliittis-hallinnollisen ohjauksen vahvistamisella. Korkeakoululaitoksen osalta suunnataan voimavarat suuremmiksi kokonaisuuksiksi ja vahvistetaan verkottumista.

Strategisen huippuosaamisen keskittymää perustetaan. Niissä yhdistyvät tieteellinen tutkimus, teknologian kehittäminen ja innovaatiotoiminta valituilla aloilla julkisten tutkimusrahoittajien, yritysten ja yliopistojen yhteistyöllä.

### Rakenteellisen kehittämisen kausi 2005–

- Valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä 2005
- Yliopistolaki
- Akatemialain muutos
- Tutkimus- ja innovaationeuvoston perustaminen
- Sektoritutkimuksen rakenteiden kehittäminen
- Strategisen huippuosaamisen keskittymät
- Euroopan tutkimusalueen (ERA) kehittäminen
- Pohjoismaisen ja globaalin yhteistyön vahvistaminen
- Tutkimuksen taloudellis-teknologisten yhteyksien kehittäminen: innovaatiotoiminta ja innovaatiojärjestelmän arviointi.



Kuva 3. Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän profiili. Lähde: OECD 2008b.



Yliopistolailla lisätään yliopistojen taloudellista toimivaltaa ja mahdollisuuksia strategiseen johtamiseen.

Sektoritutkimusta ja sen hyödyntämistä koskeva uudistus käynnistetään.

Tutkimuksen vaikuttavuutta erityisesti kehittämistyöhön ja innovaatiotoimintaan pyritään tehostamaan muun muassa innovaationselonteon avulla.

Euroopan tutkimusalue (ERA) alkaa hahmottua ja muuttaa eurooppalaisen tutkimusyhteistyön luonnetta. Euroopan tutkimusneuvosto (ERC) vahvistaa eurooppalaisen huippututkimuksen mahdollisuuksia globaalissa kilpailussa. Samalla Suomi vahvistaa globaaleja verkostojaan (esim. FinNode) ja yhteistyötään nousevien talouksien kanssa.

Nykyiset Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän erityispiirteet suhteessa OECD:n keskiarvoihin käyvät ilmi kuvasta 3. Kun vertaamme Suomea muihin kehittyneisiin tiedemaihin, neljä piirrettä luonnehtii Suomen järjestelmää. Tutkimus- ja kehittämistyön kansantuoteosuus samoin kuin yritysten tutkimus- ja kehittämisinvestointien taso ovat pysyneet 2000-luvun alussa saavutetulla korkealla tasolla. Suomessa yritysten, tutkimuslaitosten ja yliopistojen

yhteistyö on selvästi keskimääräistä tiiviimpää. Kaikkein selvimmin Suomi poikkeaa muista tiedemaista tutkijoiden määrässä: Suomessa on ylivoimaisesti eniten tutkijoita tuhatta työllistä kohti. Neljäs erityispiirre on se, että tutkimus- ja kehittämistyön ulkomainen rahoitus on suhteellisesti matalalla tasolla. Tieteellisten julkaisujen lukumäärä asukasta kohti on Suomessa varsin korkealla tasolla.

## LÄHTEET

- Georgiou L., K Smith, O.Toivonen & P. Ylä-Anttila: Evaluation of the Finnish Innovation Support System. Ministry of Trade and Industry 5/2003, Helsinki 2003.
- King, David: The scientific impact of nations. *Nature* 430: 311–316 (15 July 2004).
- Lemola, Tarmo: Convergence of national science and technology policies: The case of Finland. *Research Policy* 31, 2002.
- OECD 2008a. Main Science and Technology Indicators, Vol. 2008/1. OECD 2008.
- OECD 2008b. OECD Science, Technology and Industry Outlook. OECD 2008.
- Tiitta, Allan: Suomen Akatemian historia I. 1948–1969. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, Helsinki 2004.
- Valtioneuvosto 2005. Valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä 07.04.2007.

## 2 TUTKIMUSJÄRJESTELMÄN RAKENNEKEHITYS

### 2.1 Johdanto

Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän kehitys on ollut kansainvälisissä vertailuissa myönteistä, ja Suomi on ollut monilla indikaattoreilla mitattuna OECD-maiden kärkiryhässä viimeisten 15 vuoden aikana. Vertailuissa on korostettu erityisesti Suomen suhteellisen suurta ja kasvavaa panostusta tutkimus- ja kehittämistoimintaan, hyvin toimivaa tutkimus- ja kehittämistoiminnan institutionaalista toimintaympäristöä, koulutuksen korkeaa tasoa sekä menestystä tietotekniikkasektorilla. Koulutus-, tutkimus- ja innovaatiopolitiikkoja on toteutettu Suomessa pitkäjänteisesti.

Viime vuosina Suomen kansainvälinen kilpailukyky ja asema tietoyhteiskuntana ovat kuitenkin heikentyneet (OECD 2007, 2008a, 2008b, Evaluation...2009). Tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen kasvattamiselle asetettuja tavoitteita ei ole saavutettu. Julkisten koulutus- ja tutkimusorganisaatioiden rakenteissa ja toiminnassa on tunnistettu muutostarpeita. Tutkimuksen taso on kansainvälisissä vertailuissa jäänyt jälkeen esimerkiksi kaikista muista Pohjoismaista. Samalla Suomelle merkittävät tietotekniikka-, metsä- ja koneenrakennustekniikkasektorit ovat menettämässä kansainvälisiä asemiaan. Uusiin haasteisiin vastattaessa nykyiset tietoperustaiset ja teknologiset strategiat saattavat olla liian rajoittuneita.

Suomen tutkimuksen laadun kannalta kriittinen haaste on se, että tutkimusjärjestelmä ei ole kansainvälistynyt riittävästi (esim. OECD 2008, 2009, Evaluation... 2009). Korkeakoulusektorilla ja muussa tutkimusjärjestelmässä tutkijoiden liikkuvuus on suhteellisen vähäistä. Ulkomaalaisten opiskelijoiden ja tutkijoiden määrät ovat kansainvälisesti vertaillen pieniä Suomessa. Yliopistot ja valtion tutkimuslaitokset eivät ole riittävästi avautuneet ja hyödyntäneet kansainvälistymisen mahdollisuuksia. Tutkimuspolitiikassa ei ole riittävästi keskitytty globaalin osaamisen hyödyntämiseen ja

kansainvälistymisen edellytysten luomiseen. (Esim. Evaluation... 2009.)

Keskeisiksi tutkimusjärjestelmän kehittämistoimiksi on tunnistettu tutkimuksen laadun ja vaikuttavuuden vahvistaminen, tutkijankoulutuksen kehittäminen, aidon tutkijanurajärjestelmän perustaminen ja liikkuvuuden lisääminen. Kansainvälisesti kilpailukykyisten tutkimus- ja kehittämistoiminnan infrastruktuurien luominen ja ylläpitäminen on haavattu välttämättömäksi. Osin liian hajanaiset voimavarat on koottava ja priorisoitava. Koulutus ja osaaminen on mitoitettava osuvammin ja suunnattava tarvelähtöisesti.

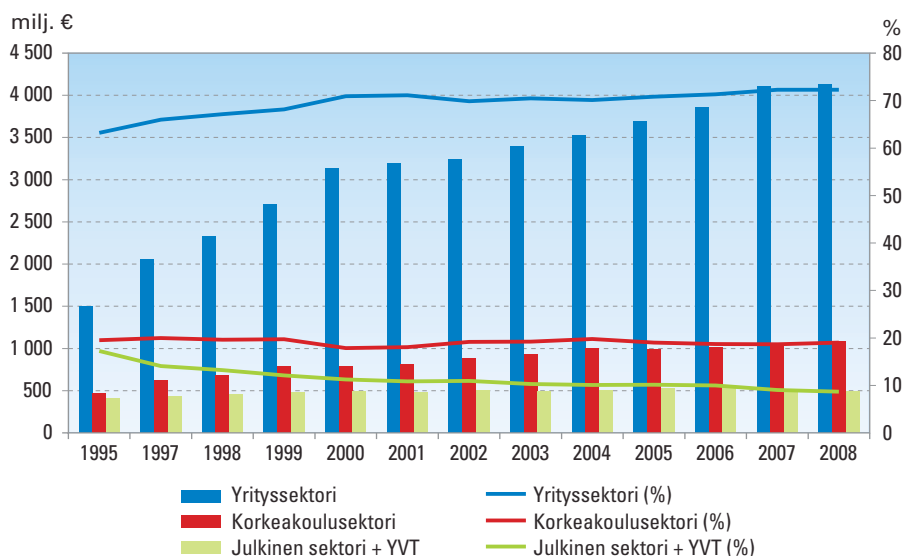
### 2.2 Tutkimusjärjestelmän kehitys

#### Tutkimusjärjestelmän rahoitus

Suomi on maailman tutkimusintensiivisimpiä maita panostaessaan 3,37 prosenttia bruttokansantuotteestaan tutkimus- ja kehittämistoimintaan vuonna 2008. Osuus kasvoi koko 1990-luvun ja 2000-luvun alun ajan. Suomi on jäljessä hallituksen asettamasta neljän prosentin tavoitteesta vuoteen 2011 mennessä. Osuus on laskenut viime vuosien 3,5 prosentin tasosta. Euroopan unionin Lissabonin strategiassa Euroopan unionin jäsenvaltioiden tavoitteeksi asetettiin kolme prosenttia vuoteen 2010 mennessä, jonka lisäksi jokainen jäsenvaltio on asettanut oman kansallisen tavoitteensa.

Suomessa yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnan bkt-osuus oli 2,41 prosenttia vuonna 2008. Yrityssektorin osuuden kasvutrendi on taittumassa. Suomen julkinen bkt-osuus on viime vuosikymmenen aikana vaihdellut yhden prosentin molemmin puolin. Vuonna 2008 se oli 0,96 prosenttia, joka on alle Euroopan unionin yhden prosentin tavoitteen. Suomessa valtion panostus tutkimus- ja kehittämistoimintaan on kuitenkin korkea muihin Euroopan unionin maihin verrattuna.

Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan kokonaismenot olivat 6,4 miljardia euroa vuonna 2008.



**Kuva 1.** Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot\* ja osuudet sektoreittain vuosina 1995–2008. Lähde: Tilastokeskus 2009.

\* Menot on deflatoitu bkt:n markkinahintaindeksillä (2000=100). Vuoden 2008 deflatoimattomat luvut: tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot yhteensä 6,45 mrd. €, josta yrityssektori 4,66 mrd. €, korkeakoulusektori 1,23 mrd. € ja muu julkinen sektori 0,56 mrd. €.

Yrityssektori<sup>1</sup> rahoitti siitä 72 prosenttia. Julkisen rahoituksen osuus oli 28 prosenttia, joka jakautui korkeakoulusektorin 19 prosenttiin ja muun julkisen sektorin 8,7 prosenttiin. Muu rahoitus tuli pääosin ulkomaisista lähteistä, erityisesti Euroopan unionin tutkimuksen puiteohjelmasta.

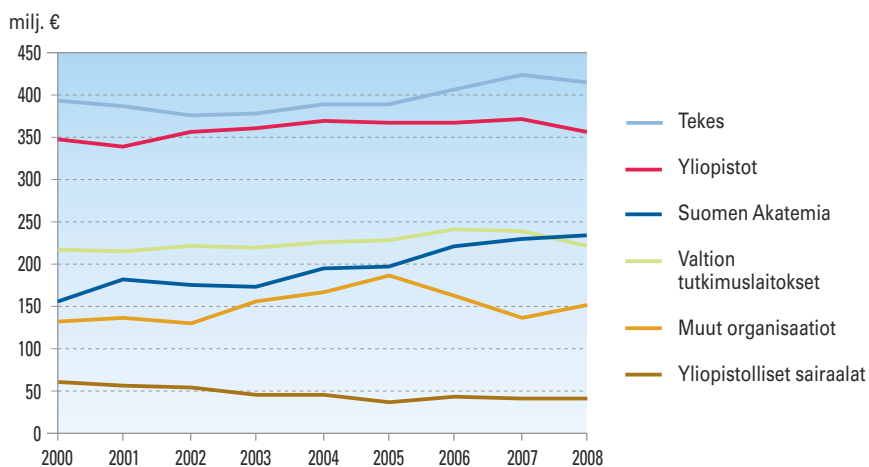
Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan kokonaismenojen reaaliakasvu oli 38,9 prosenttia vuodesta 1998 vuoteen 2003 ja 18,6 prosenttia vuodesta 2003 vuoteen 2008. Julkisen sektorin vastaavat reaaliuudokset olivat 8,1 ja 0 prosenttia, korkeakoulusektorin 36,1 ja 17,3 prosenttia ja yrityssektorin 46,0 ja 21,7 prosenttia (kuva 1).

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan organisaatioiden budjettirahoitus oli yhteensä 1,8 miljardia euroa vuonna 2008 (kuva 2). Tekes hallinnoi budjettirahoituksesta suurinta osaa, noin 30 prosenttia. Yliopistojen osuus oli 25 prosenttia ja Suomen Akatemian sekä valtion tutkimuslaitosten osuudet olivat noin 16 prosenttia vuonna 2008. Muu budjettirahoitus

oli lähinnä ministeriöiden tutkimusvaroja, joilla rahoitettiin tutkimushankkeita joko oman hallinnonalan tutkimuslaitoksissa tai muissa tutkimusorganisaatioissa.

Julkinen kokonaisrahoitus, joka sisältää sekä budjettirahoituksen että ulkopuolisen rahoituksen, kanavoitui suurimmaksi osaksi korkeakoulusektorille ja julkiselle sektorille (taulukko 1). Korkeakoulusektorille tulleesta kokonaisrahoituksesta 13 prosenttia tuli Suomen Akatemialta, kahdeksan prosenttia Tekesiltä ja seitsemän prosenttia kotimaisilta yrityksiltä. Ulkomaisen rahoituksen osuus oli yhdeksän prosenttia. Julkinen sektori, joka sisältää muun muassa valtion tutkimuslaitokset, sai rahoituksesta kotimaisilta yrityksiltä 13 prosenttia, Tekesiltä seitsemän prosenttia ja Suomen Akatemialta kaksi prosenttia. Yritykset rahoittivat lähes 90 prosenttia omasta tutkimus- ja kehittämistoiminnastaan. Tekesin rahoitusosuus oli neljä prosenttia ja ulkomaisen rahoituksen osuus kuusi prosenttia.

1) 1) Yrityssektori: teollisuus, muut toimialat; 2) Julkinen sektori: valtion hallinnonalat (ml. valtion tutkimuslaitokset), muut julkiset laitokset, yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta; 3) Korkeakoulusektori: yliopistot, yliopistolliset sairaalat, vuodesta 1999 lähtien ammattikorkeakoulut.



**Kuva 2. Valtion tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoitus\* organisaatioittain vuosina 2000–2008.** Lähde: Tilastokeskus 2009.

\* Rahoitus on deflatoitu valtion kulutusmenojen indeksillä (2000=100). Vuoden 2008 deflatoimattomat luvut: Tekes 526 milj. €, yliopistot 452 milj. €, Suomen Akatemia 296 milj. €, valtion tutkimuslaitokset 282 milj. €, muut 193 milj. €, yliopistolliset sairaalat 49 milj. €.

Suomen Akatemia rahoitti korkeatasoista tieteellistä tutkimusta ja ohjelmia sekä tutkijanuran edistämiseen liittyviä hankkeita kaikilla tutkimusaloilla yhteensä 287,2 miljoonalla eurolla vuonna 2008. Akatemian keskeisimmät rahoitusmuodot ovat tutkimushankkeet, tutkimusohjelmat ja huip-

puyksikköohjelmat, tutkijankoulutus, tutkijatohtoriprojektit, tutkijanvirat ja ulkomailta kutsuttavien professoritasaisten tutkijoiden rahoitus.

Vuonna 2008 Akatemian tutkimusrahoituksesta 232,9 miljoonaa euroa (81 %) suuntautui yliopistoille, 26,7 miljoonaa euroa (9 %) valtion tutkimus-

**Taulukko 1. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot rahoituslähteen mukaan suorittajasektoreittain vuonna 2007.**

Lähde: Tilastokeskus.

Sektorit	Menot yhteensä		Rahoituslähteet																	
	milj. €	%	Opetusministeriö		Suomen Akatemia		Tekes		Valtion hallinnon-alat <sup>b</sup>		Muut kotimaiset julkiset rahoituslähteet <sup>c</sup>		Kotimaiset yritykset		YVT-sektori <sup>d</sup>		Ulkomainen rahoitus <sup>e</sup>		Osuudet yhteensä	
	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%	milj. €	%
Yrityssektori	4513,4	72	0	0	0	0	184,4	4	22,9	1	27,5	1	4023,9	89	5,2	0	249,5	6	100	
Julkinen sektori <sup>a</sup>	564,7	9	0	0	12,2	2	40,3	7	327,3	58	33	6	73,4	13	26,6	5	51,9	9	100	
Korkeakoulusektori	1164,6	19	515,9	44	152,1	13	92	8	136,4	12	52,4	4	81,6	7	28,8	2	105,4	9	100	
Sektorit yhteensä	6242,7	100	515,9	8	164,3	3	316,8	5	486,6	8	113	2	4178,8	67	60,6	1	406,8	7	100	

a Ml. yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta (YTV).

b Pl. opetusministeriö, Suomen Akatemia ja Tekes.

c Esim. kunnat, Finnvera, Kansaneläkelaitos, Sitra ja Työsuojelurahasto.

Korkeakoulusektorin euromäärä sisältää myös korkeakoulujen omat varat.

d Yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta, esim. säätiöt ja rahastot.

e EU-rahoitus tutkimuksen puiteohjelmista ja rakennerahastoista, ulkomaiset yritykset sekä esimerkiksi ulkomaiset yliopistot, keskusvirastot ja kansainväliset järjestöt.

laitoksille, ulkomaisten organisaatioiden rahoitus oli 19,9 miljoonaa euroa<sup>2</sup> (7 %) ja muiden tutkimuksen suorituspaikkojen rahoitus oli 7,7 miljoonaa euroa (3 %).

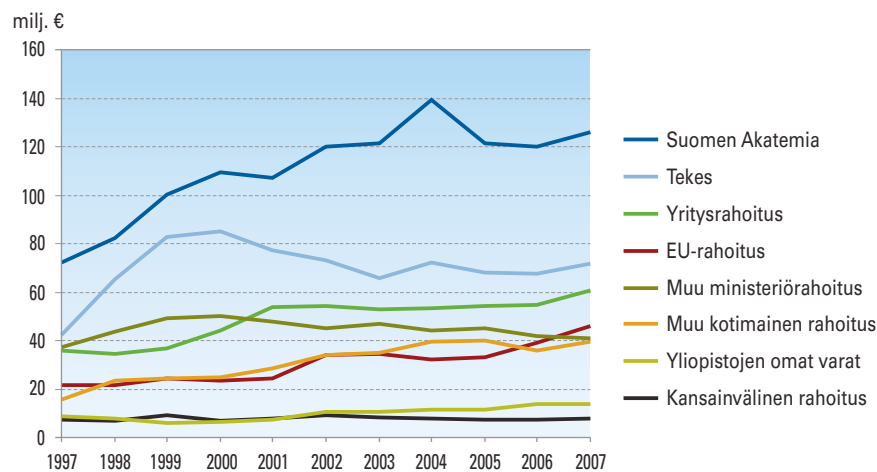
Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus Tekes rahoitti 516 miljoonalla eurolla<sup>3</sup> 1 983 hanketta vuonna 2008. Tästä tutkimusrahoitusta yliopistoille, korkeakouluille ja valtion tutkimuslaitoksille oli 223 miljoonaa euroa (43,2 %), avustuksia yritysten tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan 208 miljoonaa euroa (40,3 %) ja lainoja yritysten tutkimus- ja innovaatiotoimintaan 85 miljoonaa euroa (16,5 %).

### Yliopistojen rahoitus

Yliopistojen kokonaistutkimusmenot kasvoivat reaalisesti 36 prosenttia vuodesta 1997 vuoteen 2002. Kehitys hidastui 2000-luvulle tultaessa. Rahoituksen reaalkasvu oli enää yhdeksän prosenttia vuodesta 2002 vuoteen 2007, jolloin yliopistojen kokonaistutkimusmenot olivat miljardi euroa.

Yliopistojen merkittävin ulkopuolinen rahoittaja oli Suomen Akatemia 31 prosentin osuudella vuonna 2007 (kuva 3). Tekesin osuus ulkopuolisesta rahoituksesta oli 18 prosenttia ja yritysrahoituksen osuus 15 prosenttia. Ulkomaisista rahoituslähteistä keskeisin oli EU-rahoitus, joka osuus oli 11 prosenttia.

Yliopistojen tutkimusmenot jakautuivat päätieteenoittain siten, että Suomessa rahoitettiin eniten luonnontieteellistä, yhteiskuntatieteellistä, lääke- ja terveystieteellistä sekä tekniikan alan tutkimusta vuonna 2006. Yliopistojen budjettirahoitus jakaantui eri tieteenaloille tasaisemmin kuin ulkopuolinen rahoitus. Kaikilla paitsi yhteiskuntatieteellisellä ja humanistisilla päätieteenoilla katetaan ulkopuolisella rahoituksella yli puolet tutkimusmenoista (kuva 4). Molemmilla aloilla ulkopuolisen rahoituksen osuudet ovat kasvusuunnassa. Tutkimus- ja innovaationeuvoston suosituksen mukaan ulkopuolisen rahoituksen osuuden kasvaminen yli 50 prosentin ei ole tavoiteltavaa.

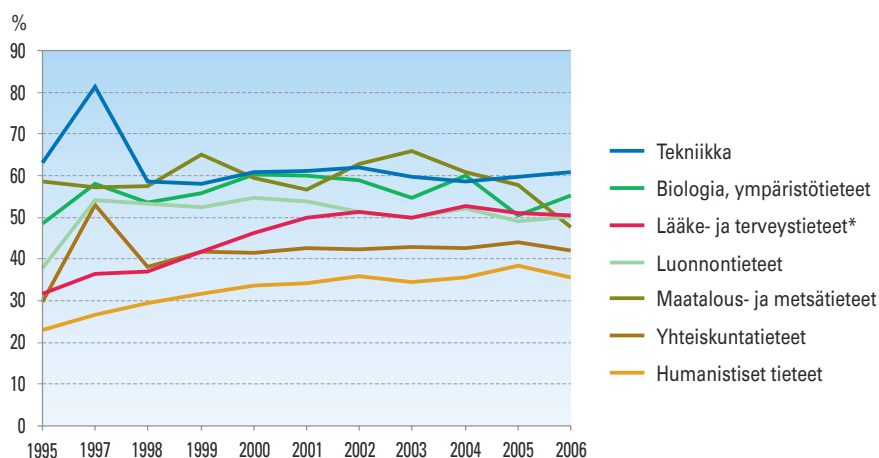


**Kuva 3.** Yliopistojen tutkimusmenot\* budjettirahoituksen ulkopuolisten rahoituslähteiden mukaan vuosina 1997–2007. Lähde: Tilastokeskus 2009.

\* Menot on deflatoitu korkeakoulujen ja yliopistojen kustannuskehitystä kuvaavalla Tilastokeskuksen julkisten menojen hintaindeksin alaeällä (2000=100). Vuoden 2007 deflatoimattomat luvut: Suomen Akatemia 151 milj. €, Tekes 86 milj. €, yritysrahoitus 72 milj. €, EU-rahoitus 55 milj. €, muu ministeriörahoitus 49 milj. €, muu kotimainen rahoitus 47 milj. €, yliopistojen omat varat 16 milj. €, kansainvälinen rahoitus 9 milj. €.

2 Luku sisältää kansainvälisten organisaatioiden jäsenmaksuja.

3 Luku sisältää 31 miljoonaa euroa Euroopan unionin rakennerahastojen rahoitusta.



**Kuva 4.** Ulkopuolisen rahoituksen osuudet yliopistojen kokonaistutkimusmenoista päätieteiden aloittain vuosina 1995–2006. Lähde: Tilastokeskus 2009.

\* Jos yliopistollisten sairaaloiden ulkopuolinen rahoitus lasketaan mukaan, lääke- ja terveystieteiden ulkopuolisen rahoituksen osuus oli 65 % vuonna 2006.

### Tutkimuksen infrastruktuurien tukeminen

Tutkimuksen infrastruktuurit ovat keskeinen osa kansallista koulutus-, tutkimus- ja innovaatiopoliittista strategiaa. Euroopan tutkimusinfrastruktuuri-foorumi (ESFRI) laati vuonna 2006 suunnitelman Euroopan tason tutkimusinfrastruktuurien kehittämistarpeista (European roadmap... 2006). Sen jälkeen Euroopan unionin kilpailukykyneuvosto suosittelee jäsenmaille kansallisten tutkimusinfrastruktuurien kehittämissuunnitelmien laatimista.

Suomessa tehtiin opetusministeriön rahoituksella vuonna 2008 kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurien nykytilan kartoitus ja kansainvälinen arviointi (National-level research... 2009). Raportin arvion mukaan Suomi panostaa 130 miljoonaa euroa julkista rahoitusta vuosittain kansallisesti merkittävien infrastruktuurien ylläpitämiseen. Lisäksi noin 30 miljoonalla eurolla maksetaan kansainvälisten infrastruktuurien jäsenmaksuja. Raportin arvion mukaan vuonna 2009 tarvitaan noin yhdeksän miljoonaa euroa kiireellisimpien infrastruktuurihankkeiden edistämiseen. Vuosina 2010–2016 kiireisimpiin hankkeisiin tarvitaan kokonaisuudessaan yli 200 miljoonaa euroa.

Raportissa selvitettiin, että kansallisesti merkittävät tutkimusinfrastruktuurit ovat osin vanhentumassa ja fragmentoituneina ja että niitä ei hyödynnetä riittävän laajassa yhteistyössä. Niiden uusimi-

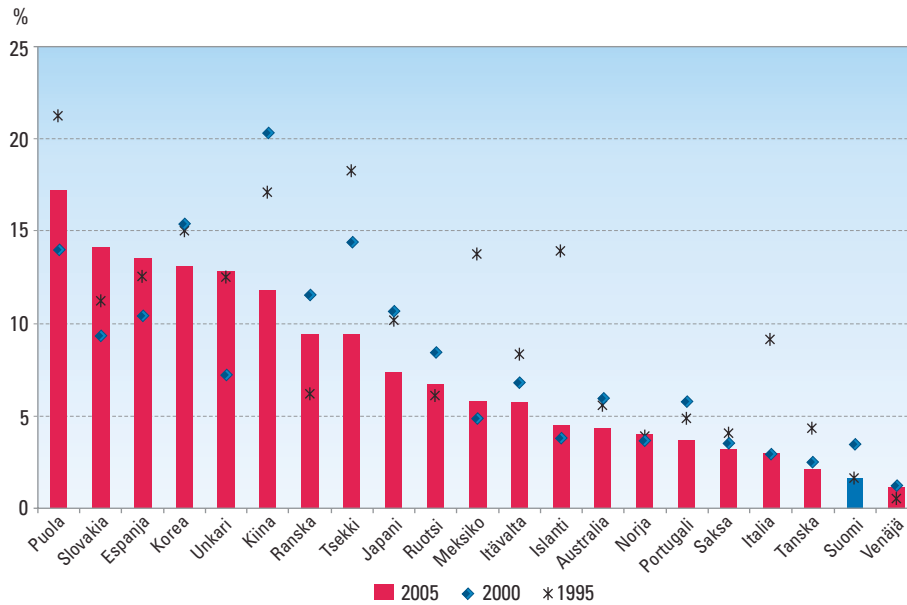
seksi ja uusien kansallisen tason hankkeiden rahoittamiseksi ei ole keskitettyä ja koordinoitua infrastruktuurien rahoitusjärjestelmää. Myös suuriin kansainvälisiin infrastruktuurihankkeisiin osallistuminen edellyttää investointeja ja koordinoitua kotimaassa.

Suomessa korkeakoulusektorilla tutkimuslaitteistoihin on panostettu suhteellisen vähän (kuva 5). OECD:n maavertailussa tarkasteltiin korkeakoulusektorin merkittäviin tutkimuslaitteisiin ja -välineistöön käytettyjen menojen suhdetta sektorin kaikkiin tutkimus- ja kehittämistoiminnan menoihin.

### Johtopäätökset

Suomi on jäänyt jälkeen hallituksen asettamasta neljän prosentin bruttokansantuoteosuuden tavoitteesta tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Yrityssektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen kasvu on pysähtynyt. Suomen julkisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan osuus kokonaismenoista on kansainvälisesti vertaillen pieni, 28 prosenttia. Nykyinen taloudellinen taantuma asettaa lisähaasteita julkisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen kasvattamiselle. Taantumana aikana yritykset leikkaavat tutkimus- ja kehittämistoimintaansa. Tällöin julkisten kannusteiden merkitys korostuu.

Suomessa on panostettu kilpailun perusteella jaettavaan julkiseen tutkimus- ja kehittämistoimin-



**Kuva 5.** OECD-maiden\* tutkimus- ja kehittämistoiminnan menojen osuus merkittäviin tutkimuslaitteisiin ja -välineistöön kaikista tutkimus- ja kehittämistoiminnan menoista korkeakoulusektorilla vuosina 1995, 2000 ja 2005. Lähde: OECD 2008c, OECD R&D Database 2007.

\* 11 OECD-maan osalta tiedot puuttuvat. Kuvassa on OECD-maiden lisäksi esitetty Kiinan ja Venäjän tiedot.

nan rahoitukseen Suomen Akatemialle ja Tekesille. Julkista tutkimusrahoitusta on kanavoitu runsaasti soveltavaan tutkimukseen.

Yliopistojen rahoituksen myönteinen kehitys on hidastunut 2000-luvulla. Yliopistojen ulkopuolinen rahoitus on nykyisin useilla tieteenaloilla yli 50 prosenttia kokonaisrahoituksesta, joka ylittää tutkimus- ja innovaationeuvoston 50 prosentin suositustason.

Suomessa on panostettu suhteellisen vähän tutkimuksen infrastruktuureihin. Kansallisesti merkittäviin tutkimuksen infrastruktuureihin tarvitaan välittömästi lisärahoitusta. Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoitusjärjestelmästä puuttuu koordinoitu tutkimuksen infrastruktuurien tukijärjestelmä.

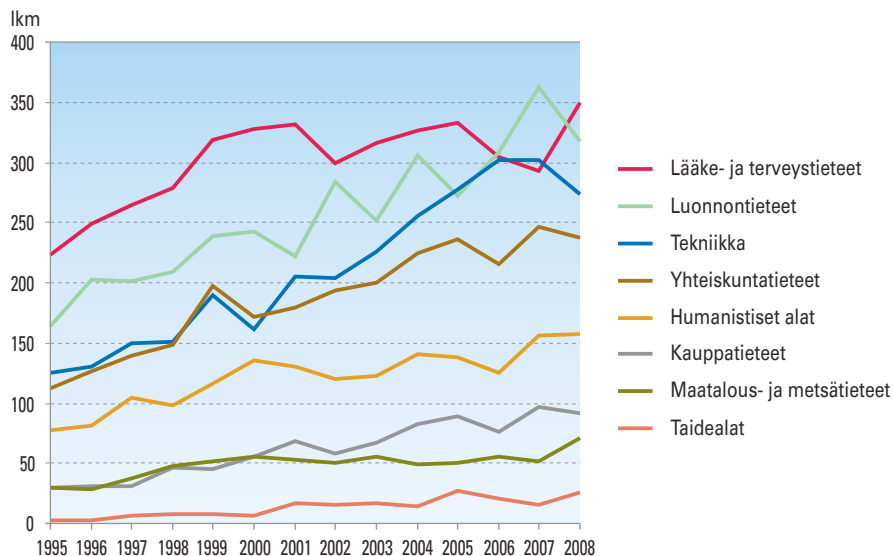
### 2.3 Tutkimuksen inhimilliset voimavarat

#### Tohtorikoulutus

Suomen korkeakoulutusjärjestelmää on kehitetty Euroopan unionin yhdenmukaistamistavoitteiden suuntaan. Opetusministeriön koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelman vuosille 2007–2012

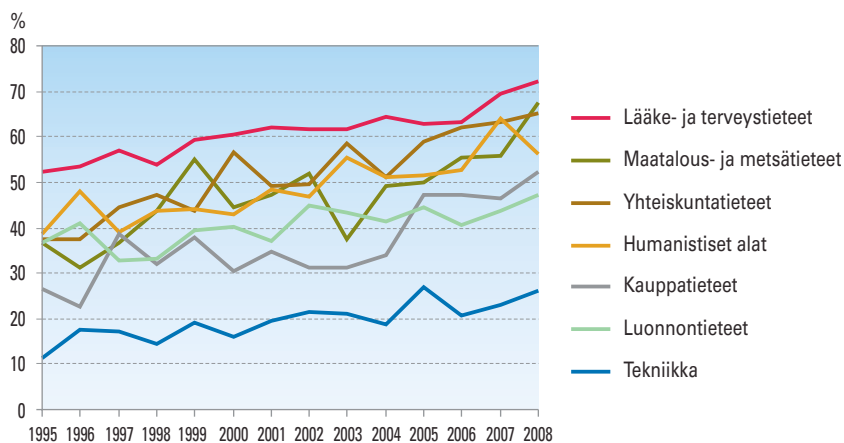
mukaan tohtoritutkintotavoite on 1 600 tohtoria vuodessa (Opetusministeriö 2007a). Nykyisin valmistuu noin 1 500 tohtorintutkintoa vuodessa. Tutkintojen määrä on kasvanut 54 prosenttia vuodesta 1998 (n=988) vuoteen 2008 (n=1 526). Viimeisen viiden vuoden aikana (2003–2008) määrä on kasvanut 21 prosenttia. Tutkimusaloittain tarkasteltaessa vuodesta 2003 vuoteen 2008 tohtorien määrä on kasvanut hitaimmin lääke- ja terveystieteiden alalla, 11 prosenttia, ja nopeimmin taidealoilla, 53 prosenttia (kuva 6). Naisten osuudet tohtorintutkinnon suorittaneista ovat kasvaneet merkittävästi kaikilla tutkimusaloilla (kuva 7). Vuonna 2008 naisia oli yli puolet tohtorintutkinnon suorittaneista muilla paitsi luonnontieteissä ja tekniikan alalla.

Opetusministeriön ja yliopistojen välisessä tulosohtajasmallissa perusrahoituksen taso on määräytynyt erityisesti tutkintotavoitteiden ja -toteutumien mukaan koulutusalojen erilaisuus huomioon ottaen. Erityisesti tohtorintutkinnoilla on ollut rahoitusmallissa merkittävä painoarvo. Opetusministeriössä on kehitteillä uusi rahoitusmalli, jonka tavoitteena on palkita yliopistoja entistä enemmän tutkimuksen ja koulutuksen laadusta ja tuloksista.



**Kuva 6.** Tohtorintutkintojen lukumäärän kehitys tutkimusaloittain vuosina 1995–2008.

Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.



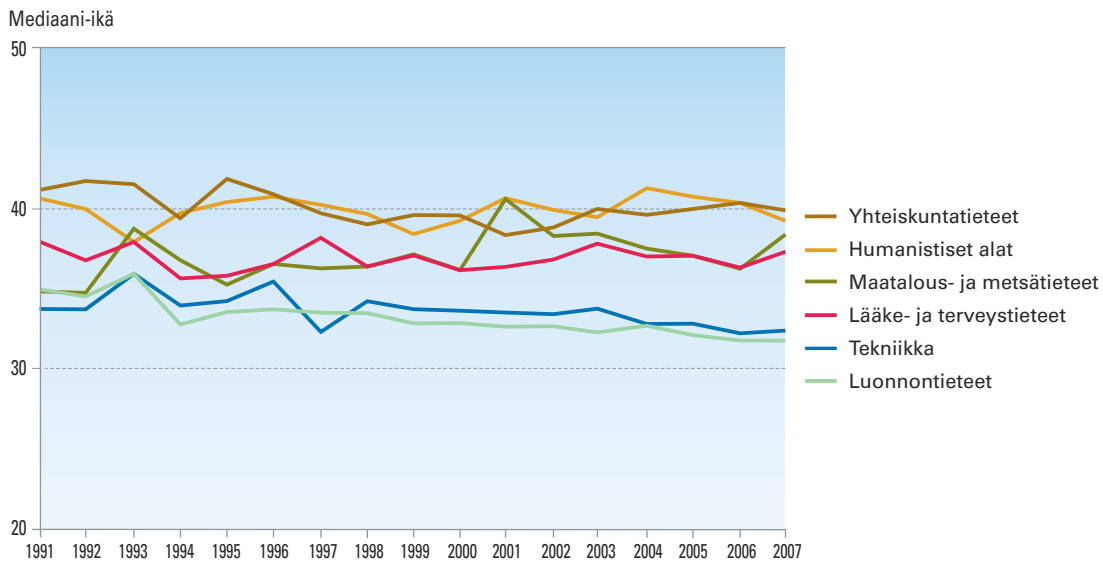
**Kuva 7.** Naisten osuudet (%) tohtorintutkinnon suorittaneista tutkimusaloittain vuosina

1995–2008. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

Myös Suomen innovaatiojärjestelmää arvioinut kansainvälinen asiantuntijajaneeli kiinnitti huomiota yliopistojen palkitsemiseen liiallisesti tutkintojen määrän perusteella. Paneelin mukaan yliopistojen rahoitusjärjestelmässä tulee suurella painoarvolla palkita yliopistoja erittäin hyvästä tutkimuksesta. Tutkimustulosten laatua tulee tarkastella tutkimus- alakohtaisesti. Yliopistoille on annettava tieto tulevasta rahoitusperiaatteista riittävän aikaisin, jotta niillä olisi mahdollisuus reagoida rahoitusperiaatteisiin. (Evaluation... 2009.)

Suomessa tohtorien valmistumisikä on kansainvälisesti vertaillen korkea. Tohtorintutkinnon suorittaneiden mediaani-ikä oli kaikilla päätiiteenaloilla yli 30 vuotta (kuva 8). Yhteiskuntatieteissä ja humanistisilla aloilla vastaavat iät ovat noin 40 vuotta. Ainoastaan luonnontieteissä ja tekniikan alalla mediaani- iät ovat hieman laskeneet viimeisen 10 vuoden aikana. Tavoitteena on, että tohtorintutkinto suoritetaan neljässä vuodessa, ja tutkijakoulut ovat vaikuttaneet siihen, että valmistumisajat ovat lyhenevässä.





**Kuva 8.** Tohtorintutkinnon suorittaneiden mediaani-ikä tieteenaloittain vuosina 1991–2007.

Lähde: Tilastokeskus, [www.stat.fi](http://www.stat.fi).

On lisäksi huomattava, että opiskeluajan lyhentämistavoitteista huolimatta maisterintutkintojen suoritusajat eivät ole nopeutuneet yliopistoissa. Ylempien korkeakoulututkintojen keski-suoritus-aika (mediaani) oli 6,0 vuotta vuosina 2000–2005 ja 6,5 vuotta vuosina 2006–2007 (Tilastokeskus, [www.stat.fi](http://www.stat.fi)).

Vuonna 2008 hieman yli 40 prosenttia vuosittaisesta 1 500 tohtorintutkinnoista valmistui Suomen kansallisesta tutkijakoulujärjestelmästä. Vuosina 2006–2007 osuus oli noin puolet. Tekniikan alalla suurin osuus eli lähes 80 prosenttia tohtorintutkinnoista tehtiin tutkijakouluissa (taulukko 2). Kauppatieteiden alalla vain lähes neljäsosa väitöskirjoista tehtiin tutkijakoulupaikoilla.

Tutkijakoulupaikkoja on suunnattu eniten tekniikan ja luonnontieteiden aloille, joiden paikkamäärä on yhteensä yli puolet kaikista tutkijakoulupaikoista (taulukko 3). Lääke- ja terveystieteisiin suunnattiin seuraavaksi eniten paikoista, 17 prosenttia, ja yhteiskuntatieteisiin 16 prosenttia paikoista. Tutkijakoulujen tutkimusaloittainen paikkajako muuttui hieman, kun päätettiin vuonna 2010 alkavista tutkijakoulupaikoista.

Vuonna 2007 tutkijakoulupaikkoja oli 1 453, ja vuoden 2010 alussa tutkijakoulupaikkoja on kaikkiaan 1 600. Tavoitteena on saada nykyistä suurempi

**Taulukko 2.** Tutkijakouluista valmistuneiden tohtoreiden lukumäärät ja osuudet alan kaikista tohtorintutkinnoista tutkimusaloittain vuosina 2006–2007\*. Lähde: Suomen Akatemia; Kota-tietokanta, opetusministeriö.

	Tutkijakouluista valmistuneet tohtorit	Kaikki valmistuneet tohtorit	Tutkijakouluista valmistuneiden tohtoreiden osuus (%)
Luonnontieteet	421	671	62,7
Tekniikka	471	604	78,0
Maatalous- ja metsätieteet	60	108	55,6
Lääke- ja terveystieteet	256	598	42,8
Kauppatieteet	41	173	23,7
Yhteiskuntatieteet	168	463	36,3
Humanistiset alat	105	281	37,4
Taidealat	12	37	32,4
<b>Yhteensä</b>	<b>1 534</b>	<b>2 935</b>	<b>52,3</b>

\* Tutkijakoulujen raportointitavasta johtuen yksittäisten vuosien tietoja ei ole saatavilla.

osa tutkijakoulujen ulkopuolisista opiskelijoista tehokkaamman tutkijankoulutuksen piiriin. Ulkomaalaisten opiskelijoiden osuuden tavoite on 20 prosenttia vuoteen 2012 mennessä (Opetusministeriö 2007a). Vuonna 2007 ulkomaalaisten opiskelijoi-

**Taulukko 3.** Kansallisen tutkijakoulujärjestelmän tutkijakoulupaikkojen lukumäärät ja osuudet (%) tutkimusaloittain vuosina 2007 ja 2010. Lähde: Suomen Akatemia.

Tutkijakoulupaikat	2007		2010	
	lkm	%	lkm	%
Luonnontieteet	377	27,5	405	25,3
Tekniikka	403	26,2	437	27,3
Maatalous- ja metsätieteet	49	3,4	55	3,4
Lääke- ja terveystieteet	245	16,9	273	17,1
Kauppätieteet	37	2,5	36	2,3
Yhteiskuntatieteet	221	15,2	259	16,2
Humanistiset alat	99	6,8	105	6,6
Taidealat	23	1,6	30	1,9
<b>Yhteensä</b>	<b>1 453</b>	<b>100</b>	<b>1 600</b>	<b>100</b>

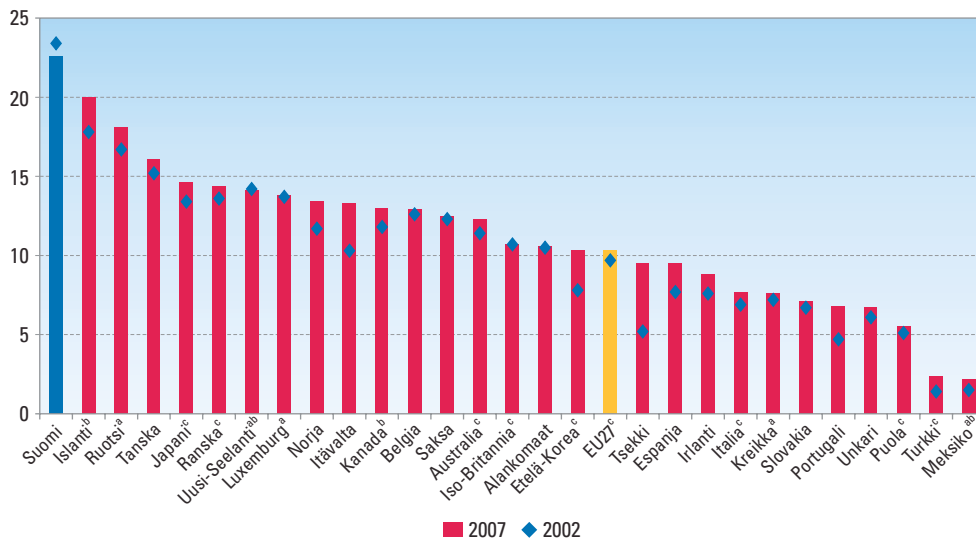
den osuus oli 15,8 prosenttia kaikista tutkijakoulujen päätoimisista tohtoriopiskelijoista.

Opetusministeriö siirsi tutkijakouluja koskevan päätöksenteon ja tutkijakoulujärjestelmän kehitys-

ja seurantatehtävät Suomen Akatemiaan vuonna 2008. Suomen Akatemia asetti vuonna 2009 tutkijakoulututkiryhmän, jonka tehtävänä on valmistella vuonna 2010 järjestettävää tutkijakouluhakua sekä kehittää tutkijakoulujärjestelmän seuranta- ja arviointia. Tutkiryhmä arvioi myös tutkijakoulujärjestelmän vaikuttavuutta, kartoittaa tohtoritarveanalyysin toteutustapoja sekä edistää hyviä käytänteitä ja kansainvälistymistä tutkijakouluissa.

### Tutkimushenkilöstön kehitys ja tutkijanura

Suomessa *tutkimus- ja kehittämistoiminnan*<sup>4</sup> parissa työskentelee nykyisin 2,3 prosenttia työllisestä työvoimasta, joka on OECD-maiden suurin osuus (kuva 9). Vuonna 2008 tutkimus- ja kehittämistoiminnassa työskenteli noin 80 000 henkilöä, ja henkilötyövuosia kertyi noin 56 000. Tähän ovat vaikuttaneet Suomen tietoteollisuuden nopeasti kasvanut tutkimusaktiivisuus sekä väestömäärään nähden laaja korkea-asteen koulutus ja tutkimus- ja kehittä-

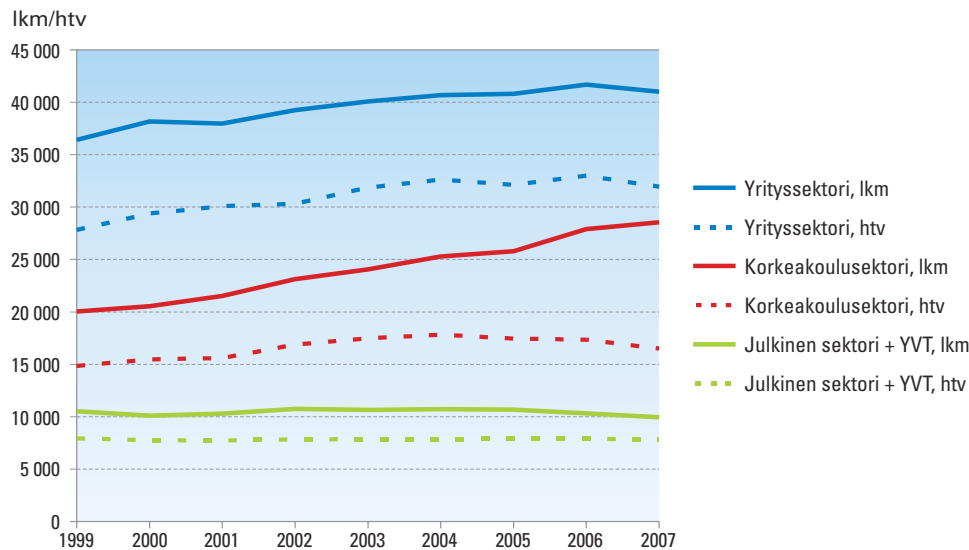


**Kuva 9.** Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön osuus tuhatta työllisestä OECD-maissa\* vuosina 2002 ja 2007. Lähde: OECD 2008a, Main Science and Technology Indicators.

\*Yhdysvaltojen tietoja ei ole saatavilla.

- a Vuoden 2003 tiedot.
- b Vuoden 2005 tiedot.
- c Vuoden 2006 tiedot.

4 *Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstö* sisältää ryhmät ISCO-2: tutkijat, ISCO-1237: tutkimus- ja kehittämisosastojen päälliköt ja ISCO-3: tekninen tai vastaava henkilöstö (OECD 2002, Frascati manual... 2002).



**Kuva 10.** Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön lukumäärä ja tutkimustyövuodet sektoreittain 1999–2007. Lähde: Tilastokeskus 2009.

mistoiminnan rahoituksen kasvu. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön lukumäärät ja henkilötyövuodet ovat kasvaneet korkeakoulu- ja yrityssektoreilla (kuva 10). Korkeakoulusektorilla tutkimushenkilöstön lukumäärä on kasvanut 23 prosenttia, mutta henkilötyövuodet ovat vähentyneet kaksi prosenttia vuosina 2002–2007. Tutkimustyövuodet ovat kääntyneet laskuun vuoden 2004 jälkeen. Tilanne johtuu pääasiassa lyhyiden sekä osaaikaisten työsuhteiden lisääntymisestä.

Tohtoreiden osuus tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä oli 14 prosenttia vuonna 2007. Kymmenen vuotta sitten osuus oli 10 prosenttia. Korkeakoulusektorilla tohtoreiden osuus oli 28 prosenttia, julkisella sektorilla 19 prosenttia ja yrityssektorilla neljä prosenttia vuonna 2007. (Tilastokeskus, [www.stat.fi](http://www.stat.fi).)

Opetusministeriön koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelman vuosille 2007–2012 mukaan tohtoreiden suhteellinen osuus tulee nostaa 20 prosenttiin tutkijakunnasta vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteena on, että yhä suurempi osa tohtoreista työskentelee tutkimus- ja muissa tehtävissä yli-

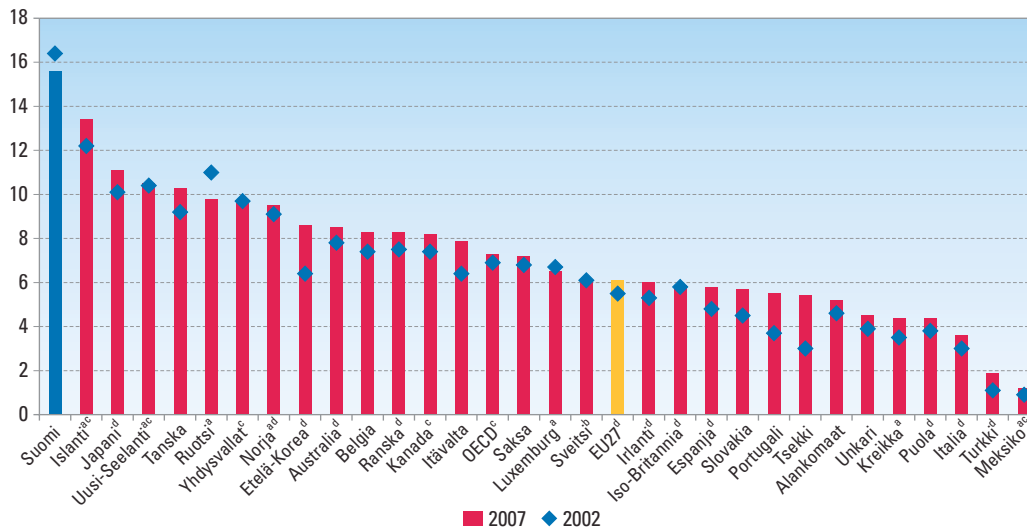
opistolaitoksen ulkopuolella. (Opetusministeriö 2007a.) Suomessa tohtorit ovat toistaiseksi työllistyneet suhteellisen hyvin muutamia aloja lukuun ottamatta.

Naisten osuus tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä oli 35 prosenttia. Korkeakoulusektorilla ja julkisella sektorilla naisia on molemmilla noin puolet, kun kymmenen vuotta sitten osuudet olivat hieman alle 45 prosenttia. Yrityssektorilla naisten osuus on noin 22 prosenttia ja se on hieman vähentynyt 10 vuodessa.

Kun tarkastellaan *tutkijoiden*<sup>5</sup> henkilötyövuosien kehitystä, voidaan todeta, että henkilötyövuosien määrä kääntyi laskuun vuodesta 2004. Tutkijoiden henkilötyövuosien määrä tuhatta työllistä kohti oli Suomessa 16,4 prosenttia vuonna 2002 ja 15,6 prosenttia vuonna 2007 (kuva 11). OECD-maista Suomessa ja Ruotsissa tutkijoiden henkilötyövuosien määrä on vähentynyt vuodesta 2002 vuoteen 2007.

Suomessa **korkeakoulusektorilla** työskenteli tutkimustehtävissä noin 28 500 henkilöä vuonna 2008. Heistä yliopistoissa ja yliopistosairaaloissa työskenteli noin 24 000 henkilöä ja ammattikorkea-

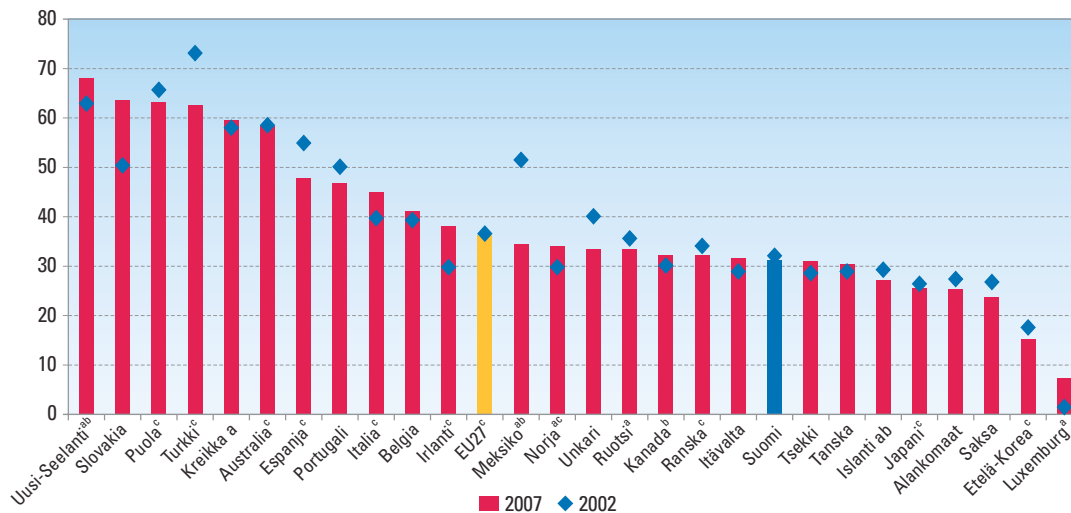
5 *Tutkijat* sisältää ryhmät ISCO-2: tutkijat ja ISCO-1237: tutkimus- ja kehittämisasastojen päälliköt (OECD 2002, Frascati manual...2002).



**Kuva 11.** OECD-maiden tutkijoiden henkilötyövuosien määrä tuhatta työllistä kohti vuosina 2002 ja 2007.

Lähde: OECD 2008a, Main Science and Technology Indicators.

- a Vuoden 2003 tiedot.
- b Vuoden 2004 tiedot.
- c Vuoden 2005 tiedot.
- d Vuoden 2006 tiedot.



**Kuva 12.** Korkeakoulusektorin tutkimushenkilöstön osuus koko tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä vuosina 2000 ja 2005 OECD-maissa\*. Lähde: OECD 2008a, Main Science and Technology Indicators.

- \* Yhdysvaltojen ja Ison-Britannian tiedot puuttuvat.
- a Vuoden 2003 tiedot.
- b Vuoden 2005 tiedot.
- c Vuoden 2006 tiedot.

kouluissa noin 4 500 henkilöä. Suomessa korkeakoulusektorin tutkijoiden osuus kaikista tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä oli 31 prosent-

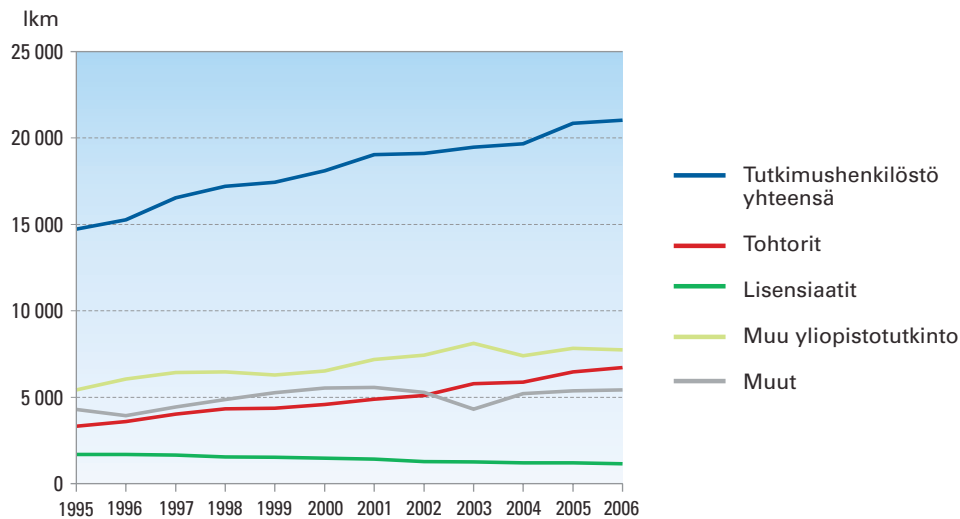
tia, joka on EU27-maiden keskiarvoa (37 %) pienempi ja hieman vähentynyt vuodesta 2002 vuoteen 2007 (kuva 12).

**Yliopistojen** tutkimushenkilöstön määrä on kasvanut 38 prosenttia vuodesta 1997 vuoteen 2007 (kuva 13). Samassa ajassa yliopistoissa työskentelevien tohtorien määrä on kasvanut 87 prosenttia. Tohtorien osuus tutkimushenkilöstöstä oli 23 prosenttia vuonna 1997 ja 32 prosenttia vuonna 2007.

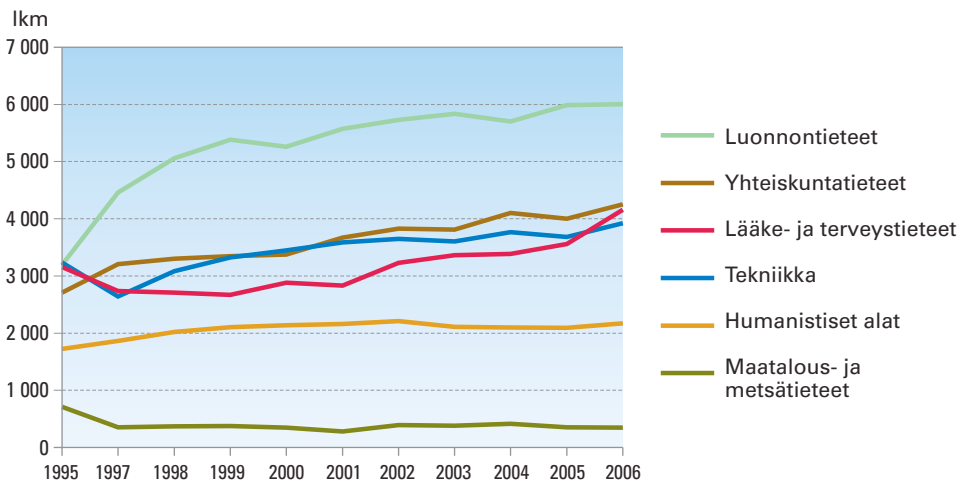
Yliopistoissa tutkimushenkilökuntaa on eniten luonnontieteissä, noin 6 000 henkilöä vuonna 2007 (kuva 14). Yhteiskuntatieteissä, lääke- ja terveystieteissä sekä tekniikan alalla tutkimushenkilöstöä oli

noin 4 000 vuonna 2007. Naisten osuus yliopistojen tutkimushenkilökunnasta oli 44 prosenttia vuonna 2007 ja kymmenen vuotta aikaisemmin 40 prosenttia. Naisten osuudet tutkimushenkilöstöstä kasvoivat muilla paitsi luonnontieteiden alalla (kuva 15). Lääke- ja terveystieteissä naisten osuus oli suurin ja tekniikan alalla pienin.

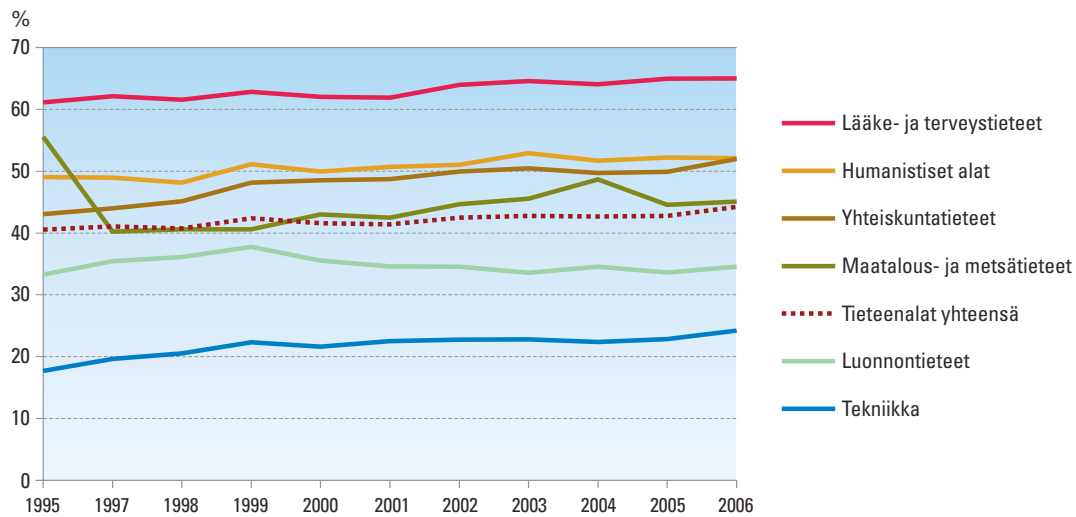
Yliopistojen opetustyöstä vastaavan henkilökunnan työvuosien kehitys on esitetty kuvassa 16. Yliopistojen opetushenkilökunnasta professorien



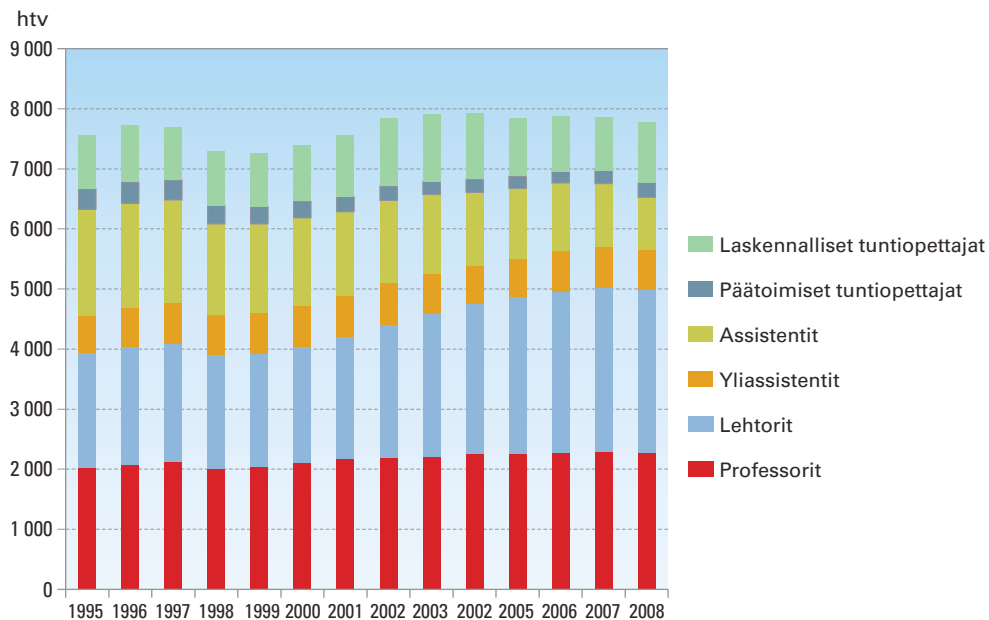
**Kuva 13.** Yliopistojen tutkimushenkilöstön lukumäärä tutkinnon mukaan vuosina 1995–2007. Lähde: Tilastokeskus 2009.



**Kuva 14.** Yliopistojen tutkimushenkilöstön lukumäärä päätietealoittain 1995–2006. Lähde: Tilastokeskus 2009.



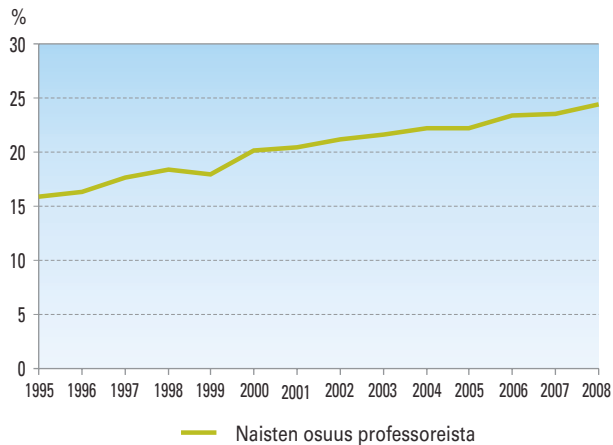
**Kuva 15.** Naisten osuus yliopistojen tutkimushenkilöstöstä päätietealoittain vuosina 1995–2006.  
Lähde: Tilastokeskus 2009.



**Kuva 16.** Yliopistojen opetushenkilöstön henkilötyövuodet nimikkeen mukaan vuosina 1995–2008.  
Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

osuus oli 29 prosenttia, lehtori-, yliassistentti- ja assistenttinimikkeillä työskentelevien osuus 55 prosenttia ja muiden opettajien osuus 16 prosenttia vuonna 2008. Professoreista naisia oli 24 prosenttia vuonna 2008 (kuva 17). Naisprofessoreita oli 555 vuonna 2008 ja lukumäärä kasvoi 16 prosenttia vuodesta 2003 vuoteen 2008.

Yliopistojen opetushenkilökunnan henkilötyövuodet eivät ole juuri lisääntyneet viime vuosina samanaikaisesti kun opiskelijamäärät ovat kasvaneet huomattavasti (kuva 18). Suomen yliopistoissa on kansainvälisesti vertaillen ongelmallinen epäsuhta opiskelijamäärien ja opetusresurssien välillä. Opiskelija-opettajasuhde oli Suomessa yli 20 kun se



**Kuva 17.** Naisten osuus professoreista vuosina 1995–2008. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

OECD-maissa keskimäärin on noin 16 (kuva 19, OECD 2008c).

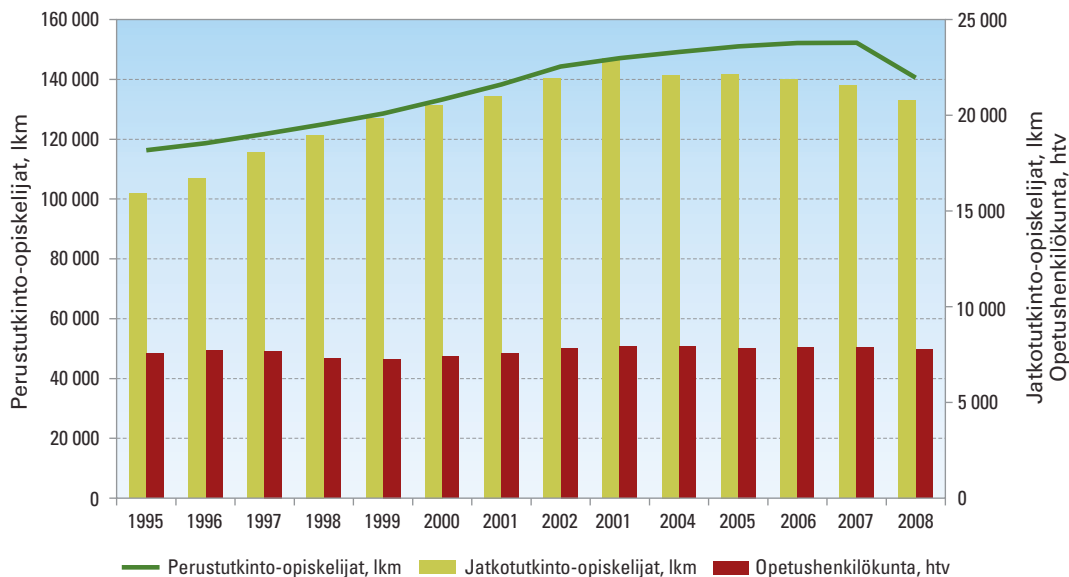
Kuvissa 18 ja 19 näkyvä notkahdus opiskelijamäärissä johtuu siirtymisestä eurooppalaisen Bolognan prosessin mukaiseen tutkintojärjestelmään. Siirtymäaika, jolloin kahdenlaisia tutkintoja suoritettiin, päättyi lähes kaikilla koulutusaloilla vuonna 2008.

Opetushenkilökunnan kehitys on esitetty tutkimusaloittain kuvassa 20. Viimeisen viiden vuoden

aikana opetushenkilökunnan työvuodet ovat vähentyneet luonnontieteissä (-12 %), humanistisilla aloilla (-6 %), tekniikassa (-5 %) ja yhteiskuntatieteissä (-2 %). Muilla aloilla työvuosien määrä on samassa ajassa kasvanut 3-6 prosenttia.

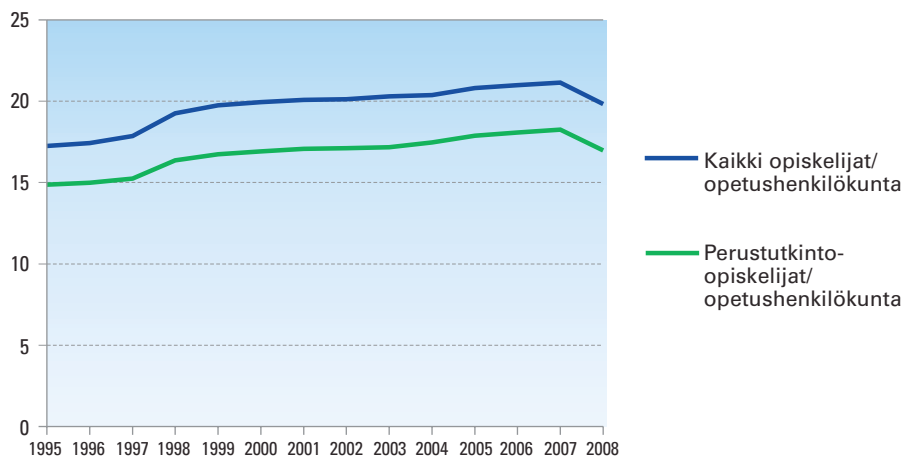
Suomessa tavoitteena on varmistaa laadukas ja riittävä tutkijakunta koko tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän sekä yhteiskunnan tarpeisiin. Parhailaan kehitetään yhteisrahoitteista tutkijoiden pätevyisyysjärjestelmää eli **tutkijanurajärjestelmää**, joka mahdollistaa entistä paremmin ammattimaiselle tutkijanuralle pääsemisen ja sillä etenemisen. Tavoitteena on luoda eri sektoreiden välisellä yhteistyöllä tutkijanurasta ennustettavampi ja houkuttelevampi. (Opetusministeriö 2006, 2007a, 2007b, 2008b.) Kansainvälisen liikkuvuuden esteitä pyritään poistamaan Euroopan komission johdolla yhteistyössä jäsenvaltioiden kanssa (Euroopan komissio 2008).

Suomeen suunniteltu neliportainen tutkijanuramalli perustuu rahoitusinstrumenttien sekä yliopistojen ja tutkimuslaitosten virka- ja tehtävärakenteen rinnakkaiseen kehittämiseen. Tavoitteena on selkeyttää tutkijanuran vaiheita kaikilla sektoreilla, edistää liikkuvuutta sektorilta toiselle ja kansainvälisesti sekä lisätä ulkopuoliseen arviointiin perustuvaa

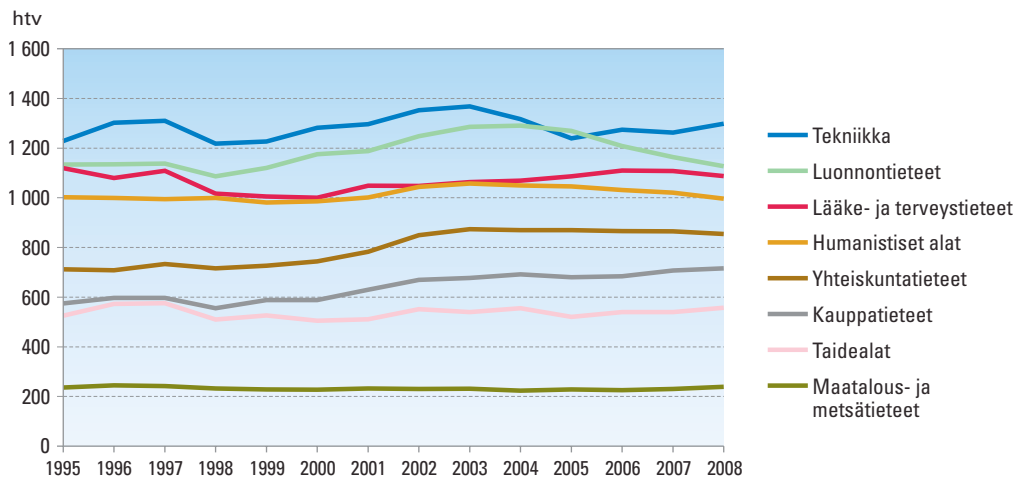


**Kuva 18.** Yliopistojen opetushenkilökunnan henkilötyövuodet ja perustutkinto-opiskelijoiden ja jatkokutkinto-opiskelijoiden\* lukumäärät vuosina 1995–2008. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

\* Jatkokutkinto-opiskelijaksi ilmoittautuneiden lukumäärät.



**Kuva 19.** Yliopistojen opiskelijoiden määrät suhteutettuna opetushenkilökunnan työvuosiin vuosina 1995–2008. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.



**Kuva 20.** Yliopistojen opetushenkilökunnan henkilötyövuosien kehitys tutkimusaloittain vuosina 1995–2008. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

uralla etenemistä. Tavoitteena on siirtyä pätkätöistä hallittuun määräaikaaisuuteen lainsäädännöllisin keinoin ja muin toimin. Vakinaistamiseen päätyvän urapolun luominen ulkopuolisen arvioinnin perusteella menestyneimmille tutkijoille on tutkijanuramallin yksi tavoite. Lisäksi pyritään mahdollisimman paljon siirtymään apurahoista palkkojen maksamiseen ja tutkijoiden täyteen sosiaali- ja eläketurvaan. (Opetusministeriö 2008b.) Tutkijanuran kriittisimmät vaiheet ovat heti tohtorintutkinnon jälkeen, ulkomailla tai kotimaassa vietetyn post doc -vaiheen jälkeen sekä itsenäistymisvaiheessa oman tutkimusryhmän perustaminen.

Neliportaisessa mallissa tutkijanuran ensimmäisen vaiheen tehtäviin sisältyy väitöskirjatyö ja tohtorintutkinnon suorittaminen. Uran toisen portaan tehtäviä hoitavat tutkijatohtorit, vanhemmat tutkijat ja yliopisto-opettajat. Kolmannen portaan tehtäviä ovat muun muassa akatemiattutkijan, erikoistutkijan, yliopistolehtorin ja yliopistotutkijan tehtävät. Neljäs porras ovat professorit, akatemiaprofessorit, tutkimusprofessorit ja tutkimusjohtajat. Yliopistoilla on tavoitteena yhtenäistää tutkijanuran nimikkeistö ja sen toteuttamisessa ollaan loppusuoralla.

Toistaiseksi Suomessa tutkijanuran houkuttelevuutta vähentää erityisesti se, että urakehitys on



huonosti ennakoitavissa. Tutkijanura rakentuu usein eri rahoituslähteistä kustannetuista määräaikaista ja lyhyistä työsuhteista. Tutkijalle ei taata tieteellisen uran jatkumista riittävän hyvien tulosten perusteella, kuten tehdään monessa muussa maassa. Uran ennakoimattomuus on myös tutkijoiden rekrytoinnin kannalta keskeinen ongelma. Lahjakkaiden tutkijoiden löytämiseksi rekrytoinnin valintakriteereihin ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota.

Suomen kehittämishaasteet ovat tunnistettavissa myös muissa Euroopan unionin jäsenvaltioissa. Tutkijanurasta kiinnostuneita henkilöitä on entistä vähemmän. Tutkimusalojen välillä on heterogeensyyttä tutkijanurien muodostumisessa. Uran vaiheet ovat epäselviä ja työtehtävien nimikkeistö on kirjavaa. Tutkijoiden liikkuvuus sektorien välillä ja kansainvälisesti on asetettuja tavoitteita pienempää.

### Johtopäätökset

Suomessa yliopistojen budjettirahoitusta on jaettu suhteellisen paljon tutkintojen määrän perusteella. Tohtorintutkintoja valmistuu yli 1 500 vuodessa, ja määrä on kasvanut viidesosalla viimeisen viiden vuoden aikana. Yli 40 prosenttia tohtoreista valmistuu Suomen kansallisesta tutkijakoulujärjestelmästä. Tohtorit valmistuvat keskimäärin huomattavasti yli 30-vuotiaina ja ovat kansainvälisesti vertaillen iäkkäitä. Ainoastaan luonnontieteissä ja tekniikan alalla tohtorintutkinnon suorittaneiden mediaani-ikä on hieppaan laskeneet viimeisen kymmenen vuoden aikana. Naisten osuudet tohtorintutkinnon suorittaneista ovat kasvaneet merkittävästi kaikilla tutkimusaloilla.

Tohtorit ovat toistaiseksi työllistyneet pääsääntöisesti hyvin. Tohtorikoulutettavien tarve tutkimustyössä ja muissa tehtävissä eri sektoreilla ja aloilla edellyttää selvitystyötä ja ennakoimista, jotta Suomen suuri panostus korkeakoulutukseen suunnataan sopivalla tavalla.

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön tutkimustyövuosien osuus kaikista työllisistä on Suomessa suuri, mutta osuuden kasvu on pysähty-

nyt. Samalla tutkijoiden määrä on kääntynyt laskuun. Tohtorintutkinnon suorittaneiden määrä on lisääntynyt korkeakoulu- ja julkisella sektorilla, mutta ei juuri yrityssektorilla. Naisten määrä tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstössä on lisääntynyt muilla paitsi yrityssektorilla.

**Korkeakoulusektorilla** tutkijoiden osuus tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä on EU-maiden keskiarvoa alempi ja kehitys on kääntynyt laskuun. **Yliopistoissa** tutkimushenkilöstön lukumäärä on kasvusuunnassa, mutta tutkimustyövuodet ovat kääntyneet laskuun 2000-luvun puolivälin jälkeen. Yliopistojen lisääntyneiden lyhyiden ja määräaikaisten työsuhteiden vaikutus on nähtävissä entistä selkeämmin. Tohtorien osuus yliopistojen tutkimushenkilöstöstä on nykyisin kolmasosa. Suomessa tutkimusryhmissä on keskimäärin liian vähän tohtorintutkinnon suorittaneita senioritutkijoita väitöskirjatyöntekijöihin verrattuna. Yliopistoissa on myös liian vähän opetushenkilökuntaa suhteessa jatkuvasti kasvaneisiin opiskelijoiden lukumääriin. Naisten osuus professorikunnasta on kasvanut 16 prosenttia viimeisen viiden vuoden aikana.

**Tutkijanuran** ennakoimattomuus ja lyhytaikaiset työsuhteet vähentävät kiinnostusta tutkimustyöhön. Tutkijoiden liikkuvuus sektorien välillä ja kansainvälisesti on asetettuja tavoitteita vähäisempää.

Neliportaisen tutkijanurasuunnitelman toteuttaminen on käynnissä. Sillä pyritään vastaamaan haasteisiin, jotka ovat pääsääntöisesti samanlaisia kuin muissa Euroopan unionin jäsenvaltioissa.

## 2.4 Tutkimusympäristöt ja yhteistyö<sup>6</sup>

### Luovat ja kilpailukykyiset tutkimusympäristöt

Tutkimusyksiköiden luovuutta ja tuottavuutta lisäävät tutkimusten mukaan erilaiset yksilöön, ympäristötekijöihin, tiedeinstituution rakenteisiin sekä resursseihin pohjautuvat tekijät. Yksilötasolla intohimoiset ja uteliaat tutkijat ovat luovien tutkimusympäristöjen kantava voima. Houkutteleva tutkijanura

6 Luku 2.4 pohjautuu osin Suomen Akatemian ja Tampereen yliopiston Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikön (TaSTI) vuoden 2008 lopussa järjestämän kolmen asiantuntijapaneelin kokouksiin. Luvussa on myös hyödynnetty TaSTIn paneelokokouksiin valmistelemaa taustamateriaalia (ml. kuva 21). Paneeleihin osallistuneet asiantuntijat on esitetty raportin liitteessä 1.

on heille merkittävä kannustin. Tutkijantyö on yksi kaikkein kansainvälisimmistä ammateista. Tutkijat työskentelee mieluiten siellä, missä tutkimusedellytykset ovat parhaimmat. Laadukkaat tutkimusympäristöt tarjoavat hyvät mahdollisuudet tutkijanuralla etenemiseen sekä riittävän tutkimusrahoituksen ja laadukkaat tutkimuksen infrastruktuurit.

Kilpailukykyistä ja luovaa tutkimusryhmää luonnehtivat hyvä rakenne, johtajuus, kommunikaatio ja toimintakulttuuri. Tutkimusympäristön sisältämät luovat jännitteet ja tasapainon saavuttaminen ovat tärkeitä muun muassa seuraavissa:

- yksikön autonomian ja ulkopuolisen ohjauksen välinen suhde,
- tutkijoiden itsenäisyyden ja vuorovaikutuksen välinen suhde,
- vakauden ja turvallisuuden suhde häiriöihin ja haasteisiin,
- tutkijaiältään junioreiden suhde senioreihin ja
- kriittisen massan suhde pienryhmään.

Kilpailukykyisiä ja luovia tutkimusympäristöjä on pyritty synnyttämään, kehittämään ja ylläpitämään erilaisilla organisaatioiden omilla toimilla sekä tiedepolitiikan ja rahoittajien toimilla. Suomessa on runsaasti erilaisten tavoitteiden toteuttamiseen tarkoitettuja tutkimuksen rahoituskäytäntöjä ja -instrumentteja. Samalla rahoittajalla on yleensä useita erilaisia ja tarkkarajaisia rahoitusinstrumentteja. Tutkimusryhmät hakevat osia rahoituksestaan eri rahoittajilta, ja samalta rahoittajalta voidaan hakea rahoitusta useammasta eri instrumentista. Suomessa menestyneiden, luovien ja kilpailukykyisten tutkimusympäristöjen rahoitus on edelleen pääsääntöisesti fragmentoitunutta ja suhteellisen lyhytaikaista.

Riittävä resursointi on välttämätön perusedellytys kilpailukykyisille ja luoville tutkimusympäristöille. Rahoituksen tulee olla pitkäjänteistä, riittävää ja joustavaa. Budjettirahoituksen ja ulkopuolisen tutkimusrahoituksen suhteen tulee olla tasapainossa. Rahoituksen kohdentamisessa ei ole otettu riittävän hyvin huomioon tutkimuksen infrastruktuureita. Laadukkaat laitteistot ja hyvin toimiva tutkimuksen infrastruktuuri edellyttävät niiden ylläpitoon ja hyödyntämiseen koulutettua ja osaavaa henkilöstöä.

Luova tutkimusryhmä ja -ympäristö syntyvät usein yhden tai muutaman yksilön ympärille. Ryh-

män johtajalla on tutkimuksen tekemisen intohimoa ja hyviä ideoita, mutta myös verkostoja ja organisoitukykyä. Hänellä on myös kyky välittää innostunutta asennettaan muille ja kyky luoda tutkimusryhmä, jossa tehdään uutta, kyseenalaistetaan vanhaa ja rikotaan rajoja. Yliopistoissa johtaminen on asiantuntijajohtajuutta. Johtajan haasteena on kehittää sekä johtajuutta että tutkijuutta, mutta keskeistä on, että aikaa jää myös tutkimuksen suunnitteluun ja tekemiseen sekä nuorten perehdyttämiseen ja innostamiseen. Uusia mahdollisia johtamistapoja ovat erityisesti pienikokoisissa ryhmissä kiertävä johtajuus, jossa senioritutkijat vuorollaan ottavat vastuun ryhmän vetämisestä. Toinen toimintatapa on verkostomainen johtajuus. Tässä yhteisöllisessä johtamisessa ei olla yhden henkilön varassa vaan hyviä ideoita ja tutkimuksen suuntaviivoja voivat tuoda esille kaikki tutkimusryhmän jäsenet.

Tutkimusryhmän hallinta on pitkäjänteistä työtä, joka vaatii vuosien kehityksen. Ryhmän dynamiikkaan ja elinkaareen kuuluvat siirtymä- ja kriisikaudet, joiden hallinta on erityisen haasteellista. Muutokseen kuuluu jatkuva uuden sukupolven kasvattaminen. Laadukas tutkijankoulutus on luovien tutkimusympäristöjen yksi kriteeri. Suomessa yliopistotutkimusta luonnehtivat lyhyet työsuhteet, jotka vähentävät huomattavasti tutkijanuran houkuttelevuutta. On pyrittävä luomaan jatkuvuutta tutkijoille, mutta tämä on haasteellista, koska aikaa kuluu projektityön lisääntymisen myötä yhä enemmän hallinnointityöhön, joka ei tue tutkimuksen tekemistä.

Tutkimushenkilöstön diversiteetillä on merkitystä: vahvoissa ja luovissa tutkimusympäristöissä työskentelee eri-ikäisiä tutkijoita, naisia ja miehiä sekä eri kulttuurisista taustoista tulevia henkilöitä sopivassa suhteessa. Suomen tutkimusympäristöissä on kansainvälisesti vertaillen vähän eri kulttuureista tulleita tutkijoita. Lisäksi Suomessa tutkimusryhmissä on useimmiten väitöskirjatyöntekijöitä runsaasti suhteessa senioritutkijoihin. Naiset tekevät nykyään suurimman osan tohtorintutkinnoista lähes joka alalla, mutta edelleen senioritutkijoina ja professoreina heitä on usealla alalla suhteellisen vähän.

Suomessa on vahva sosiaalinen pääoma, johon kuuluvat avoimuus, luottamus, vuorovaikutus ja verkottuminen. Vapaa ja avoin ilmapiiri sekä salli-

vuus yhdistettynä myönteiseen kriittisyyteen ovat merkittäviä tekijöitä luovan tutkimusryhmän toiminnassa. Myös oman taustaorganisaation tuki on tärkeää, jotta esimerkiksi ei jouduta yliopiston tai tiedekunnan sisällä taistelemaan resursseista.

Yhteydet ja vuorovaikutus ovat erittäin tärkeitä luovien tutkimusympäristöjen piirteitä. Tutkimusryhmän sisäisen kommunikaation, monipuolisten organisaatioiden välisten kohtaamistilanteiden ja vilkkaan kansainvälisen verkoston ylläpitäminen ovat keskeisiä tekijöitä luovien tutkimusympäristöjen kehittymisessä. Kommunikaation muodot voivat vaihdella eri tutkimusaloilla. Sekä viralliset että epäviralliset kohtaamiset ovat merkityksellisiä. Sähköisten alustojen käytön lisääntyminen ei poista tarvetta kohdata kasvokkain.

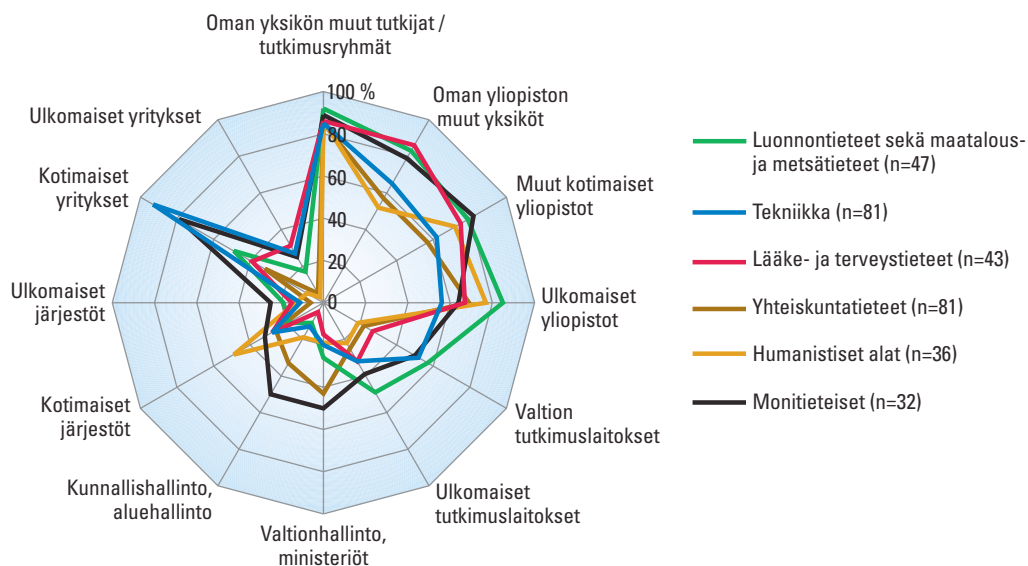
Hyvät kansainväliset yhteydet ja aktiivinen vuorovaikutus ovat luovien tutkimusympäristöjen edellytys. Kansainvälisyys on monikansallisen tutkimusyhteisön luomista, johon kuuluvat liikkuvuus, ideoiden tuominen ulkomailta ja erilaisten tutkimustapojen ja -kulttuurien opiskelu. Suomessa on aktiivisesti pyritty rekrytoimaan ulkomailta lahjakkaita tutkijoita. Uusin tapa on Suomen Akatemian ja Tekesin FiDiPro-ohjelma, jolla houkutelaaan professoreita ulkomailta.

## Yliopistotutkimuksen yhteistyömuodot

Suomen tiedepolitiikassa ja tutkimusrahoituksessa tutkimusorganisaatioita on kannustettu monipuoliseen ja erityyppiseen yhteistyöhön. Suomen Akatemian ja Tekesin yksi kriteeri tutkimusrahoituksen saamiselle on monipuolinen yhteistyö. Tutkimushankkeissa kansainvälisen yhteistyön merkitys korostuu. Tieteenalajarajat ylittävään ja perustutkimusta soveltavaan yhteistyöhön kannustetaan erityisesti tutkimus- ja teknologiaohjelmissa, huippuyksikkörahoituksessa ja strategisen huippuosaamisen keskittymisissä. Kansalliset tutkijakoulut ovat tärkeä yliopistojen keskinäistä ja laajempaa yhteistyötä lisäävä tiedepolitiikan väline.

Yliopistojen strategiatyö edellyttää yliopistojen keskinäistä yhteistyötä ja vuorovaikutusta alueen ja innovaatiojärjestelmän muiden toimijoiden kanssa. Yliopistojen hallinnollisilla ratkaisulla on suuri merkitys yhteistyön kannalta. Hyvää organisaation sisäistä tai kansainvälistä yhteistyötä ei synny ilman hyvää johtamista. Yliopistojen nykyinen hallinto on liian hajanaista, ja useissa yliopistoissa hallintoa on hajautettu liikaa tiedekuntatasolle ja myös yksittäisille yksiköille.

Yliopistojen yhteistyösuhteet painottuvat hienman eri tavoin eri tieteenalajoilla (kuva 21). Yksiköi-



**Kuva 21.** Yliopistoyksiköiden yhteistyön säännöllisyys tieteenalaryhmittäin vuosina 2006–2008. Niiden vastaajien osuus (%), joilla oli säännöllistä yhteistyötä tai erittäin paljon yhteistyötä kyseisen tahon kanssa. Lähde: Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto. Kyselytutkimus 2008.

den sisäinen yhteistyö on suunnilleen yhtä säännöllistä kaikilla aloilla. Lääke- ja terveystieteiden ja luonnontieteiden yksiköissä yhteistyö oman yliopiston muiden yksiköiden kanssa oli säännöllisempää kuin yhteiskuntatieteellisten ja humanististen alojen yksiköissä. Monitieteiset yksiköt olivat enemmän yhteistyössä muiden kotimaisten yliopistolaitosten kanssa kuin muiden tieteenalaryhmien yksiköt. Yhteistyössä kotimaisten yritysten kanssa oli suuria eroja. Tekniikan alalla yhteistyö yritysten kanssa oli säännöllistä.

Kansainvälisen tutkimusyhteistyön tärkeimmät syyt yliopistoissa olivat uusimman tieteellisen tiedon tai metodien hankkiminen, omaa tutkimustietoa täydentävän tieteellisen tiedon hankkiminen, verkostojen luominen, tutkijoiden urakehityksen edistäminen sekä oman alan tieteelliseen kehitykseen vaikuttaminen. Muita tärkeitä yhteistyön syitä olivat kansainvälisten julkaisujen tuottaminen, maineen ja tunnettavuuden lisääminen ulkomailla, kotimaisen rahoituksen hankkiminen, tutkimuksen laadun parantaminen, kilpailussa menestyminen, kansainvälisen rahoituksen hankkiminen sekä tutustuminen paikan päällä uusiin toimintatapoihin ja siten uusien ideoiden ja virikkeiden saaminen. (Ahonen ym. 2009.)

Tieteenalaryhmien välillä oli merkittäviä eroja (taulukko 4). Luonnontieteissä korostui ulkomailla

sijaitsevien laitteistojen käyttäminen ja tekniikan alalla ulkomaisten yrityskontaktien hankkiminen. Lääke- ja terveystieteissä kaupallisten tuotteiden kehittäminen ja myyminen oli merkittävämpää muihin aloihin verrattuna. Yhteiskuntatieteissä kansainvälisen vertailututkimuksen tekeminen oli poikkeuksellisen merkittävä syy yhteistyölle. Monitieteisissä yksiköissä saman alan yksiköiden välisessä kilpailussa menestyminen sekä kansainvälisen rahoituksen hankkiminen korostuivat muita aloja enemmän.

Yliopistotutkimuksen yhteistyömuotojen kehittämiseen vaikuttavat yliopistojen itse määrittelemät tutkimusalat ja painotukset. Yliopistojen tutkimustoiminta on kuitenkin yhä kiinteämpi osa kansallista tutkimus- ja innovaatiojärjestelmää. Tulevaisuudessa yliopistot joutuvat vahvemmin kehittämään ja profiloimaan tutkimustaan suhteessa julkiseen sektoritutkimukseen ja yritysten tutkimustoimintaan sekä osana laajempia osaamiskeskittymiä. Tutkimuksen profiloitumiseen liittyy samanaikaisesti sekä kove-nevaa kilpailua että lisääntyvää yhteistyötä ja se toteutuu eri tasojen strategisten valintojen kautta.

Yliopistotutkimuksen rahoituksen monipuolistuminen ja lisääntyvä kilpailu samoista rahoituslähteistä on osin johtanut siihen, että yliopistotutkimus on osin päällekkäistä **sektoritutkimuksen** kanssa. Toisaalta sektoritutkimuksessa on tapahtunut laa-

**Taulukko 4.** Yliopistojen kansainvälisen yhteistyön syyt vuosina 2004–2005. Niiden kyselyyn vastanneiden yliopistoyksiköiden osuudet (%), joissa kansainvälisen yhteistyön syy oli jossain määrin tärkeä, tärkeä tai erittäin tärkeä tieteenalaryhmittäin. Lihavoituina ovat ne syyt, joissa oli tieteenalaryhmien välisiä tilastollisesti merkitseviä eroja ( $p < 0,05$ ).

Lähde: Suomen Akatemian julkaisuja 7/2009 (Ahonen ym.).

	Luonnontieteet (n=47)	Tekniikka (n=81)	Lääke- ja terveystieteet (n=42)	Yhteiskuntatieteet (n=81)	Humanistiset alat (n=36)	Monitieteiset (n=32)
Ulkomailla sijaitsevien tutkimuslaitteiden käyttäminen	<b>30 %</b>	14 %	15 %	1 %	3 %	10 %
Kansainvälisen vertailututkimuksen tekeminen	22 %	20 %	25 %	<b>50 %</b>	24 %	35 %
Ulkomaisten yrityskontaktien hankkiminen	13 %	<b>30 %</b>	24 %	6 %	6 %	23 %
Kaupallisten tuotteiden kehittäminen ja myyminen	2 %	13 %	<b>17 %</b>	3 %	0 %	6 %
Kansainvälisen rahoituksen hankkiminen	65 %	56 %	54 %	35 %	41 %	<b>71 %</b>
Saman alan yksiköiden välisessä kilpailussa menestyminen	67 %	56 %	69 %	51 %	50 %	77 %

jentumista yli hallinnollisten sektorirajojen, josta esimerkkinä voidaan mainita uudet tutkimusohjelmat, ja siihen liittyy usein myös perustutkimuksen piirteitä. Suomen hallitus päätti vuonna 2009, että valtion tutkimuslaitosten tutkimustoiminta kartoitetaan ja siitä tunnistetaan osat, jotka sopivat paremmin yliopistoissa tehtäväksi. Tavoitteena on poistaa päällekkäisyyksiä ja vahvistaa yliopistojen ja tutkimuslaitosten ydintehtäviä. Kartoitus tehdään uudistetun sektoritutkimuksen neuvottelukunnan ohjauksessa ministeriöiden ja yliopistojen yhteistyönä. Kartoitus selkeyttää myös organisaatioiden yhteistyötä.

Yliopistot ja valtion tutkimuslaitokset ovat luoneet tutkimukseen kumppanuussopimuksia, joiden yksi kohde ovat yhteisprofessorit. Konkreettista tutkijanvaihtoa organisaatioiden välillä on vähän. Yliopistojen ja tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä ovat edistäneet erityisesti Suomen Akatemian ja Euroopan unionin tutkimusohjelmat, koska ne ovat suosineet konsortioita, joissa on mukana eri tahojen edustajia.

Innovaatiotoimintaa harjoittavista **yrityksistä** kolmasosa tekee yhteistyötä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa ja neljäsosa valtion tutkimuslaitosten kanssa. Lähes puolet yrityksistä, jotka olivat tehneet yhteistyötä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa, arvioi nämä merkittäviksi yhteistyökumppaneiksi. Yliopistot ja ammattikorkeakoulut olivat merkittävämpiä kumppaneita suurille teollisuusyrityksille kuin pienemmille yrityksille teollisuudessa tai palvelualojen yrityksille. (Tilastokeskus 2006.)

Yliopistot ja yritykset tekevät monenlaista yhteistoimintaa: koulutusta, julkaisutoimintaa, konsultointia, henkilöstönvaihtoa, epämuodollista vuorovaikutusta ja verkostoyhteistyötä. Tutkimusalat

eroavat toisistaan siinä, millaisia muotoja ja mekanismeja yhteistyössä on. Suomessa yliopistojen ja yritysten yhteistyö on ollut hyvin joustavaa ja yhteistyötä estäviä tekijöitä on vähän.

Valtioneuvoston periaatepäätöksen 7.4.2005 mukaisesti valtion tiede- ja teknologianeuvoston (nykyisin tutkimus- ja innovaationeuvosto) johdolla valmistui vuonna 2006 kansallinen strategia kansainvälisesti kilpailukykyisten tieteen ja teknologian osaamiskeskittymien ja huippuyksiköiden synnyttämiseksi ja vahvistamiseksi. **Strategisen huippuosaamisen keskittymien (SHOK)** tulee olla kansantaloudelliselta ja yhteiskunnalliselta potentiaaliltaan ja tutkimus- ja kehittämispanostukseltaan erittäin merkittäviä.

Strategisen huippuosaamisen keskittymien aihealueiden valinnat tehtiin kansallisen strategian mukaisesti. Poikkeuksena oli rakennettu ympäristö, joka valittiin myöhemmin strategian ulkopuolelta. Kuusi keskittymää oli toiminnassa vuonna 2009 (taulukko 5).

Strategian mukaisesti keskittymien vuosittaisen kokonaisvolyymin tulee niiden toiminnan vakiinnuttua yltää aihealueesta ja toiminnasta riippuen 50–100 miljoonaan euroon. Tekesin suunnitelman mukaan vuonna 2012 sen rahoituksesta 20 prosenttia kohdistuu strategisen huippuosaamisen keskittymiin. Vuoden 2009 myöntövaltuudesta on arvioitu käytettävän vajaa 50 miljoonaa euroa keskittymien tutkimusohjelmien rahoitukseen. Rahoituksen määrää muutetaan, mikäli kriteerit täyttävien ohjelmien rahoitustarve on suurempi. Akademia rahoittaa keskittymiin kuuluvia hankkeita ja keskittymien aihealueita tukevia hankkeita eri hakumuotojensa kautta kilpailun perustuen. Yritysten rahoitusosuudet vaihtelevat. Kokonaisuudessaan keskitty-

**Taulukko 5. Strategisten huippuosaamisen keskittymien omistajat (tilanne 18.8.2009).** Lähteet: Strategisen huippuosaamisen keskittymien [www.sivut.terveys.fi/hyvinvointi](http://www.sivut.terveys.fi/hyvinvointi) -SHOKin tiedot toimitusjohtaja Saara Hassiselta.

	Yliopistot (säätitöt)	Ammattikorkeakoulut	Tutkimuslaitokset	Yritykset	Muut
FIMECC Oy, metallituotteet ja koneenrakennus	10	2	1	16	1
RYM-SHOK Oy, rakennettu ympäristö	3	2	2	37	5
CLEEN Oy, energia- ja ympäristö	10	0	5	28	0
TIVIT Oy, tieto- ja viestintäteollisuus	10	4	1	22	3
Metsäklusteri Oy	4	0	2	9	0
Terveys ja hyvinvointi	8	0	4	16	0

mien aihealueisiin suunnattava rahoitus on kansallisesti merkittävä, ja tulevaisuus osoittaa, miten strategia onnistuu.

Strategisen huippuosaamisen keskittymien tavoitteena on, että korkeatasoinen tiede, teknologian kehitys ja innovaatiotoiminta ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään. Keskittymät toimivat eri alojen tutkijoiden, yritysten ja muiden toimijoiden yhteisönä. Ne ovat sovelluslähtöisiä, monitieteisiä ja -alaisia sekä virtuaalisia. Suomen Akatemia ja Tekes ovat johtaneet keskittymien esivalmistelua. Varsinaisen valmisteluvaiheen vetovastuu on ollut elinkeinoelämällä. Keskittymät ovat laatineet kukin omat tutkimusagendansa.

Keskittymä on yhteistyötä lisäävä toimintatapa, jossa rahoituskaudet ovat pitkiä ja sillä voi olla siksi enemmän vaikuttavuutta kuin lyhyemmällä ohjelmamuotoisella rahoituksella. Keskittymissä muodostetaan eri näkökulmia kokoavia konsortioita, joiden kautta monitieteisyyden ja tieteidenvälisyyden tavoitellaan lisääntyvän. Näiden etujen vuoksi keskittymiä voisi laajentaa myös humanistisille ja yhteiskuntatieteellisille aloille. Keskittymät ovat selkeästi yritys vetoisia, joka voidaan nähdä rakenteellisena ongelmana. Yritykset suosivat tulosten tuottamista ja soveltamista nopeasti kun taas perustutkimus vaatii pitkäjänteisyyttä.

### Johtopäätökset

Tutkijantyö on yksi kaikkein kansainvälisimmistä ammateista. Tutkija työskentelee mieluiten siellä, missä tutkimusedellytykset ovat parhaimmat. **Laadukkaat tutkimusympäristöt** tarjoavat hyvät mahdollisuudet tutkijanuralla etenemiseen ja yhteistyöhön sekä riittävän tutkimusrahoituksen ja korkeatasoiset tutkimuksen infrastruktuurit.

Suomessa luovien ja kilpailukykyisten tutkimusryhmien ja -ympäristöjen rahoitus on pääsääntöisesti fragmentoitunutta ja suhteellisen lyhytaikaista. Tutkimusryhmät hakevat osia rahoituksestaan eri rahoittajilta, ja samalta rahoittajalta voidaan hakea rahoitusta useasta eri instrumentista.

Keskeisimpiä kehittämiskohteita luovien ja kilpailukykyisten tutkimusympäristöjen edistämiseksi ovat:

- luovien ja kilpailukykyisten tutkimusryhmien kokonaisvaltaisempi resursointi,

- tutkimuksen infrastruktuurien resursointijärjestelmän kehittäminen, joka sisältää infrastruktuurien hankkimisen sekä ylläpito- ja kehittämiskustannukset,
- kansainvälisyyden monipuolinen edistäminen, erityisesti tutkimuksen laadun vahvistamiseksi,
- yhteistyön edistäminen monipuolisesti,
- tutkijanuran ja tutkijankoulutuksen edistäminen, erityisesti tutkijanuran ennakoitavuuden parantaminen ja tutkijakoulutuksen laadun parantaminen sekä
- monitieteisen ja tieteidenvälisen tutkimuksen ja koulutuksen tukeminen.

Suomessa tutkimusryhmiä luonnehtii edelleen usein se, että ryhmissä on kansainvälisesti vertaillen liian vähän senioritutkijoita väitöskirjatyöntekijöihin verrattuna. Tilanne on pitkään jatkunut samanlaisena, koska yliopistojen budjettirahoituksen myöntämisen perusteena on painotettu tohtorintutkintojen määrää ja toisaalta eri rahoittajat ovat suunnanneet tutkimusrahoitusta väitöskirjatyöntekijöihin.

Toinen keskeinen tutkimusryhmiin liittyvä haaste on, että ryhmien kulttuurinen diversiteetti on kansainvälisesti vertaillen vähäistä, koska Suomeen ei ole pystytty rekrytoimaan riittävästi ulkomaalaisia tutkijoita. Haasteeseen on pyritty vastaamaan: uusi väline on Suomen Akatemian ja Tekesin Fi-DiPro-ohjelma, jolla houkutelaaan professoreita ulkomailta.

Suomen tiedepolitiikassa ja tutkimusrahoituksessa on kannustettu **yhteistyöhön**. Erityisesti kansainvälinen yhteistyö ja sektorien välinen yhteistyö edellyttävät tutkimusalakohtaisia ratkaisuja. Tutkimusalojen erilaiset tarpeet yhteistyölle otetaan rahoituksessa pääsääntöisesti huomioon.

Yliopistot joutuvat kehittämään ja profiloimaan tutkimustaan suhteessa julkiseen sektoritutkimukseen ja yritysten tutkimustoimintaan sekä osana laajempia osaamiskeskittymiä. Koveneva kilpailu resursseista yhdessä lisääntyvän yhteistyön kanssa on suuri haaste organisaatioille. Vuonna 2010 valmistuvan valtion tutkimuslaitosten tutkimustoiminnan kartoituksen tavoitteena on poistaa päällekkäisyyksiä, vahvistaa yliopistojen ja tutkimuslaitosten ydintehtäviä ja selkeyttää organisaatioiden välistä yhteistyötä.

Yliopistojen ja yritysten välisen työnjaon mahdollinen päällekkäisyys tulevaisuudessa voi aiheuttaa ongelmia yhteistyöhön. Yhteistyön haaste tulevaisuudessa voi olla se, että yliopistot ottavat aktiivisemmän roolin tutkimuksen kaupallistamisessa. Tutkimuksen kaupallistaminen on monimutkainen ja kallis prosessi. Haasteena on, miten saadaan eri organisaatioiden osaamiset parhaiten sovittua yhteen ja syntymään tutkimusperustaisia yrityksiä patenttien kalleudesta ja pitkistä kehittämisajoista huolimatta.

Suomi suuntaa merkittävän pitkäkestoisen rahoituksen strategisen huippuosaamisen keskittymiin, joiden aihealueiden arvioidaan olevan kansantaloudelliselta ja yhteiskunnalliselta potentiaaliltaan erittäin merkittäviä. Keskittymät ovat yritysvetoisia, mikä asettaa erityisesti yliopistoille haasteen vaikuttaa keskittymien tutkimustoiminnan määrittelyyn ja perustutkimuksen tuomiseen huippuosaamisen perustaksi. Riskinä on, että keskittymissä ei riittävästi pystytä uudistamaan toimialoja uuden läpimurto-tutkimuksen avulla.

## 2.5 Tutkimuksen tuloksellisuus ja tieteellinen vaikuttavuus

Erilaiset laadulliset vertaisarvioinnit ovat keskeinen osa tutkimuksen tulosten ja vaikutusten arviointia. Suomen Akatemian tieteelliset toimikunnat ovat arvioineet omien toimialojensa tutkimuksen tuloksia ja vaikutuksia tämän raportin II osassa. Tässä alaluvussa tarkastellaan Suomen tutkimustoiminnan tuloksia ja tieteellistä vaikuttavuutta julkaisu- ja viittausanalyysien avulla. Bibliometrinen aineisto, menetelmät ja indikaattorit on kuvattu raportin liitteessä 2. *Yhteiskuntatieteitä ja humanistisia aloja ei tarkastella tässä luvussa, sillä Thomson Reutersin aineisto ei kata alojen julkaisutuotantoa riittävästi.*

## Suomen tutkimustoiminnan julkaisu- ja viittausanalyysit<sup>7</sup>

Suomen tutkimustoiminnan tuloksellisuus tieteellisten julkaisujen määrinä tarkasteltuna kehittyi varsin myönteisesti 1980-luvun puolivälistä 2000-luvulle, mutta kasvu pysähtyi 2000-luvun loppupuolella (kuva 22). Vuonna 2008 suomalaiset tutkijat tekivät 6 660 julkaisua. Kahdessakymmenessä vuodessa (1988–2008) julkaisumäärä lähes kaksinkertaistui. Kaudella 1988–1998 julkaisumäärä kasvoi 60 prosenttia ja 19 prosenttia kaudella 1998–2008. Viimeisen kolmen vuoden aikana julkaisumäärä on vähentynyt -0,2 prosenttia.

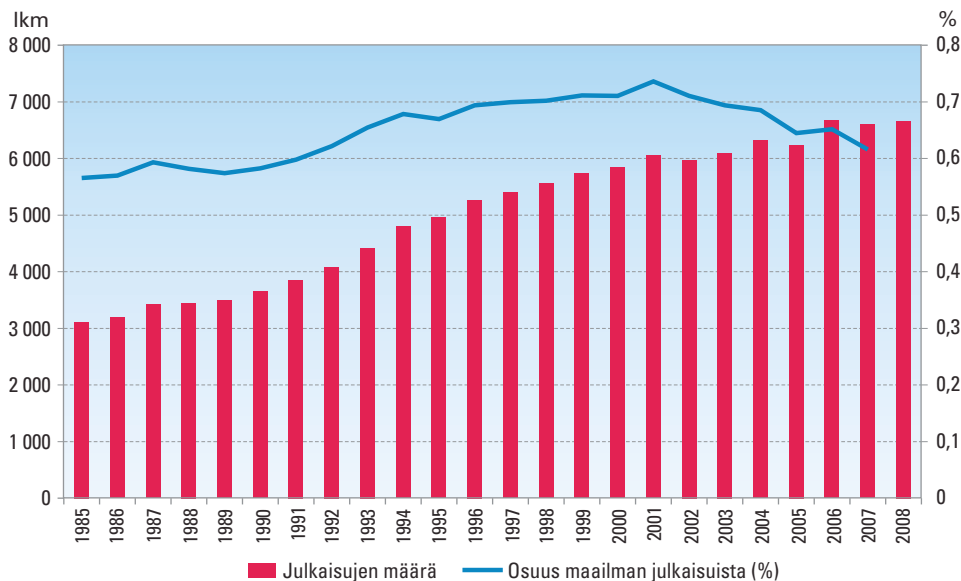
Suomen julkaisumäärä on hieman yli 0,6 prosenttia maailman julkaisuista. Suomen julkaisuosuuden kasvu on taantunut 2000-luvulla ja julkaisuosuus on pienentynyt vuodesta 2001 lähtien.

Suomen tieteellisistä julkaisuista tehdään yliopistoissa lähes 70 prosenttia ja valtion tutkimuslaitoksissa noin 17 prosenttia. Yritysten osuus on noin kuusi prosenttia. Suhteelliset osuudet eivät ole juurikaan muuttuneet 1990-luvun puolivälin jälkeen. (Lehvo & Nuutinen 2006.)

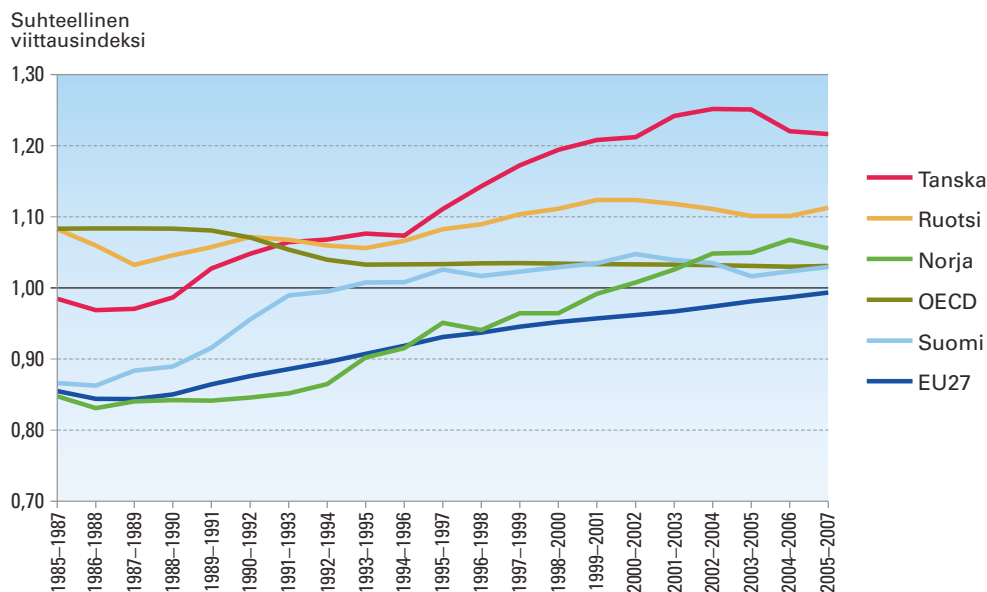
**Suhteellinen viittausindeksi<sup>8</sup>** kuvaa suuntaantavasti tutkimustoiminnan näkyvyyttä ja tieteellistä vaikuttavuutta. Suomen julkaisut saavuttivat viittauskertymässä maailman maiden keskimääräisen tason (suhteellinen viittausindeksi = 1) 1990-luvun alkupuolella (kuva 23), jolloin Suomen viittauskertymä kasvoi voimakkaasti. Suomen suhteellinen viittausindeksi oli suurimmillaan 1,05 kaudella 2000–2002, jolloin julkaisut keräsivät viisi prosenttia enemmän viittauksia kuin maailman maiden julkaisut keskimäärin. 2000-luvulla Suomen viittauskertymä on ollut noin kolme prosenttia maailman maiden keskimääräistä viittauskertymää korkeampi. Pohjoismaisessa vertailussa Suomen ja Ruotsin suhteellisen viittausindeksin kehitys on ollut 2000-luvulla Norjaa ja Tanskaa heikompaa.

7 Käytetty aineisto on Thomson Reutersin (Philadelphia, Pennsylvania, USA) Copyright Thomson Reuters® 2009. Kaikki oikeudet pidätetään). Vetenskapsrådet on kehittänyt aineiston analysointimenetelmiä (esim. aineiston normalisointi julkaisutyypin ja tutkimusalan mukaan, tieteenalaluokitusten muokkaaminen, julkaisujen ja viittausten osittaminen ja itseviittausten poistaminen; ks. tarkemmin raportin liite 2). Suomen Akatemia on tilannut tässä raportissa hyödynnetyt aineistot Vetenskapsrådetilta ja tehnyt niiden pohjalta analyysit sekä kuvat ja taulukot.

8 Esim. Suomen suhteellinen viittausindeksi ("viittauskertymä") = (Suomen viittausten määrä/Suomen julkaisujen määrä) / (maailman viittausten määrä/maailman julkaisujen määrä). Maailman maiden keskimääräinen taso = 1. Jos Suomen viittausindeksi on esim. 1,05; ovat Suomen julkaisut keränneet viisi prosenttia enemmän viittauksia kuin julkaisut maailmassa keskimäärin. Ks. raportin liite 2.



**Kuva 22.** Suomen julkaisumäärä ja Suomen julkaisujen osuus maailman julkaisuista vuosina 1985–2008. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.



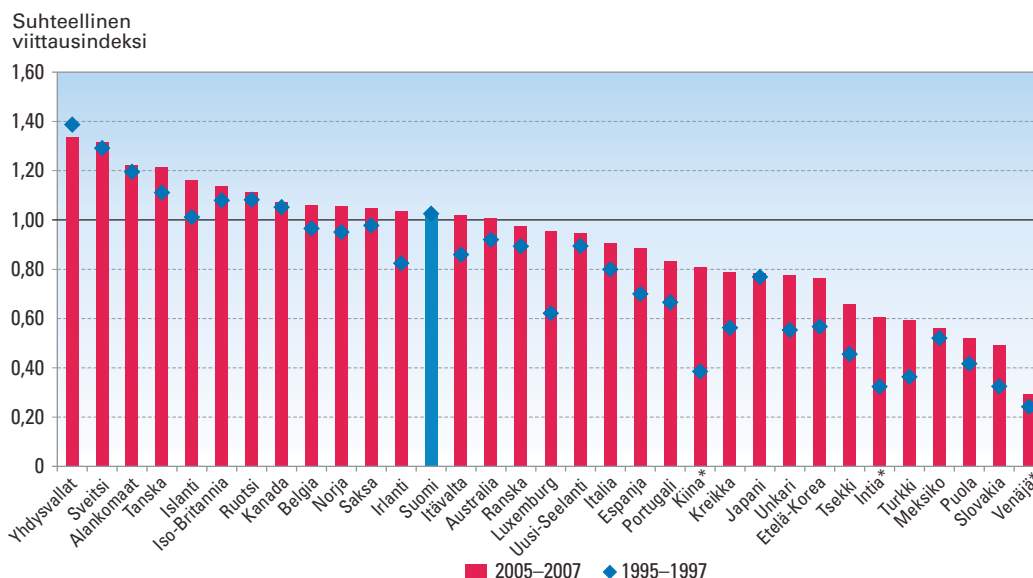
**Kuva 23.** Suomen, eräiden muiden Pohjoismaiden sekä OECD- ja EU 27 -maiden suhteellisen viittausindeksin kehitys vuosina 1985–2007. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

EU 27 -maiden keskimääräinen suhteellinen viittausindeksi saavutti maailman maiden keskimääräisen arvon kaudella 2005–2007. OECD-maiden kehitys-suunta on laskeva, ja kaudella 2005–2007 OECD-maiden julkaisut keräsivät kolme prosenttia enemmän viittauksia kuin maailman maiden julkaisut.

Suomen suhteellinen viittausindeksi ei muuttu-

nut kaudesta 1995–1997 kauteen 2005–2007 (kuva 24). Suomen julkaisuihin viitattiin kolme prosenttia enemmän kuin maailman maiden julkaisuihin keskimäärin. Suomi oli OECD-maista kahdeksas kaudella 1995–1997 ja putosi kaudella 2005–2007 sijalle 13. Kaikkien muiden OECD-maiden paitsi Suomen ja Yhdysvaltojen suhteellinen viittausindeksi kasvoi





**Kuva 24.** OECD-maiden sekä Intian, Kiinan ja Venäjän suhteelliset viittausindeksit kausilla 1995–1997 ja 2005–2007.

Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

\* OECD:n ulkopuoliset maat.

kaudesta 1995–1997 kauteen 2005–2007. Esimerkiksi Norjan viittauskertymä kasvoi kuuteen prosenttiin ja se nousi Suomen edelle. Yhdysvallat, Sveitsi, Alankomaat ja Tanska ovat säilyttäneet asemansa kärjessä.

Suomen suhteellisen viittausindeksin kehitystä tarkastellaan tutkimusaloittain<sup>9</sup> kuvasarjassa 25. Alojen kehitys on ollut pääsääntöisesti myönteistä, mutta osa aloista ei yllä alansa maailman keskimääräiseen viittauskertymään (suhteellinen viittausindeksi = 1) kaudella 2005–2007.

Maatalous- ja metsätieteiden julkaisujen viittauskertymä oli 21 prosenttia ja biologian alan 13 prosenttia enemmän kuin alojen julkaisuilla maailmassa keskimäärin kaudella 2005–2007. Ympäristötieteiden julkaisut keräsivät neljä prosenttia vähemmän viittauksia kuin alan maailman julkaisut keskimäärin.

Kliinisen lääketieteen julkaisut keräsivät 11 prosenttia enemmän ja terveystieteiden julkaisut 10 prosenttia enemmän viittauksia kuin alojen julkaisut maailmassa keskimäärin kaudella 2005–2007. Biotieteiden ja biolääketieteiden julkaisut keräsivät yh-

deksän prosenttia vähemmän viittauksia kuin alan julkaisut maailmassa keskimäärin.

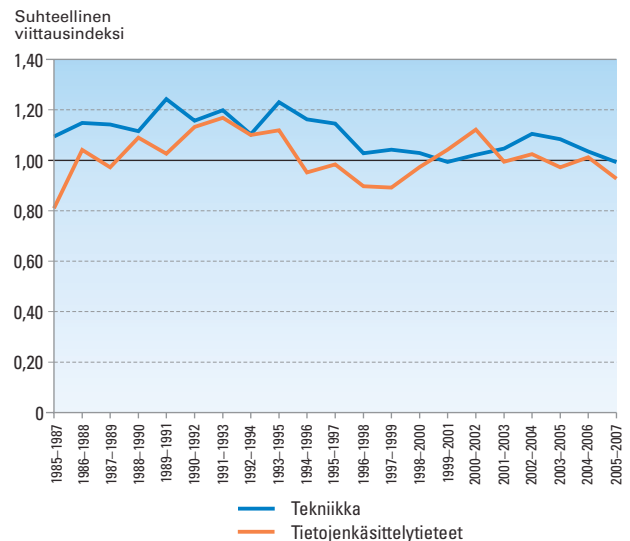
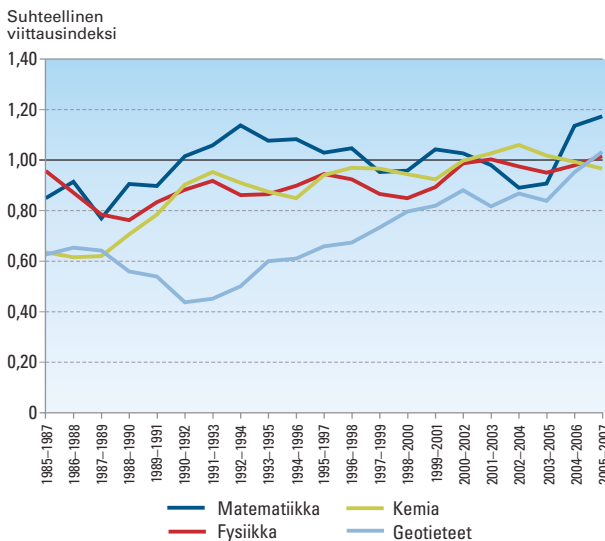
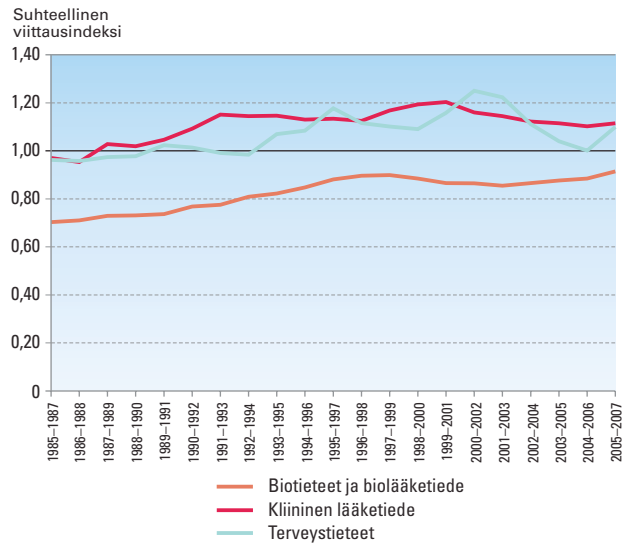
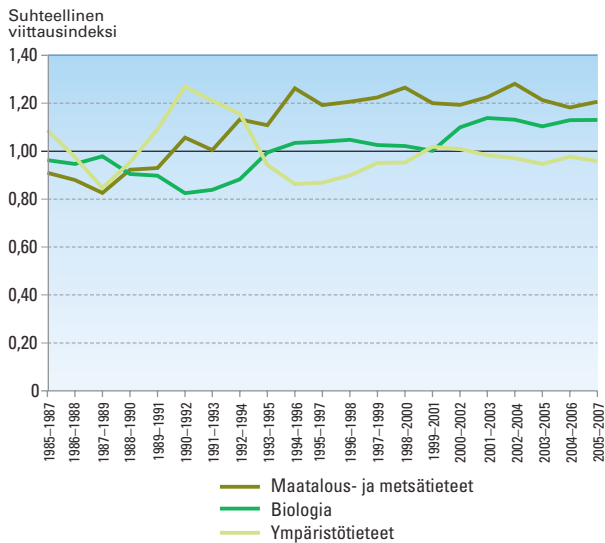
Matematiikan julkaisujen viittauskertymä oli 17 prosenttia, geotieteiden kolme prosenttia ja fysiikan julkaisujen prosentti enemmän kuin alojen julkaisut maailmassa keskimäärin kaudella 2005–2007. Kemian julkaisut keräsivät kolme prosenttia, tekniikan kaksi ja tietojenkäsittelytieteiden eli ICT-alan julkaisut seitsemän prosenttia vähemmän kuin alojen julkaisut maailmassa keskimäärin kaudella 2005–2007.

Suomen kaikista julkaisuista 8,5 prosenttia kuului siihen 10 prosenttiin julkaisuista, joihin on *viitattu eniten*<sup>10</sup> kaudella 2005–2007 (kuva 26). Suomen osuus oli yhdeksän prosenttia kaudella 1995–1997. OECD-maiden sijoitusvertailussa Suomi on pudonnut sijalta 9. sijalle 12. Suomen lisäksi Yhdysvaltojen, Sveitsin, Kanadan, Islannin ja Japanin julkaisuista aiempaa pienempi osa kuuluu nykyisin eniten viitattuihin 10 prosenttiin maailman julkaisuista.

Suomen kaikista julkaisuista 0,7 prosenttia kuului siihen yhteen prosenttiin julkaisuista, joihin on

9 Tutkimusalat on kuvattu raportin liitteessä 2. Yhteiskuntatieteiden ja humanististen alojen julkaisujen viittausindeksejä ei tarkastella tässä raportissa. Thomson Reutersin aineisto antaa vain viitteellisen kuvan alojen kehityksestä, vaikka Suomessa alojen kansainvälinen julkaiseminen on lisääntynyt merkittävästi.

10 Tarkastellaan esim. 10 prosenttia maailman eniten viitattuja julkaisuista. Mikä osuus Suomen julkaisuista kuuluu niiden julkaisujen joukkoon? Ks. raportin liite 2.



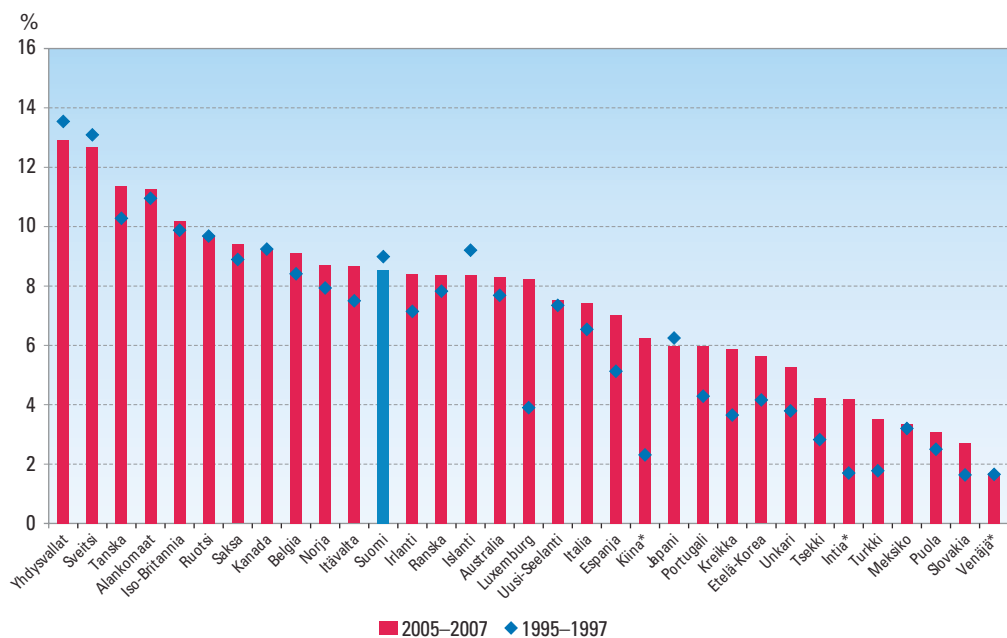
**Kuvasarja 25.** Suomen suhteellisen viittausindeksin kehitys tutkimusaloittain vuosina 1985–2007. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

viitattu eniten kaudella 2005–2007 (kuva 27). Näistä huippujulkaisuista Suomen osuus oli 0,8 prosenttia kaudella 1995–1997. OECD-maiden vertailussa Suomi on pudonnut sijalta 10. sijalle 15. Muut Pohjoismaat ovat vertailussa Suomen edellä. Suomen lisäksi Yhdysvaltojen, Kanadan, Uuden-Seelannin ja Japanin julkaisuista aiempaa pienempi osuus kuuluu nykyisin eniten viitattuihin julkaisuihin.

Suomen julkaisujen osuutta maailman eniten viitatuista julkaisuista tarkastellaan tutkimusaloittain kuvasarjassa 28. Suomen geotieteiden julkaisuista 10,6 prosenttia, terveystieteiden julkaisuista

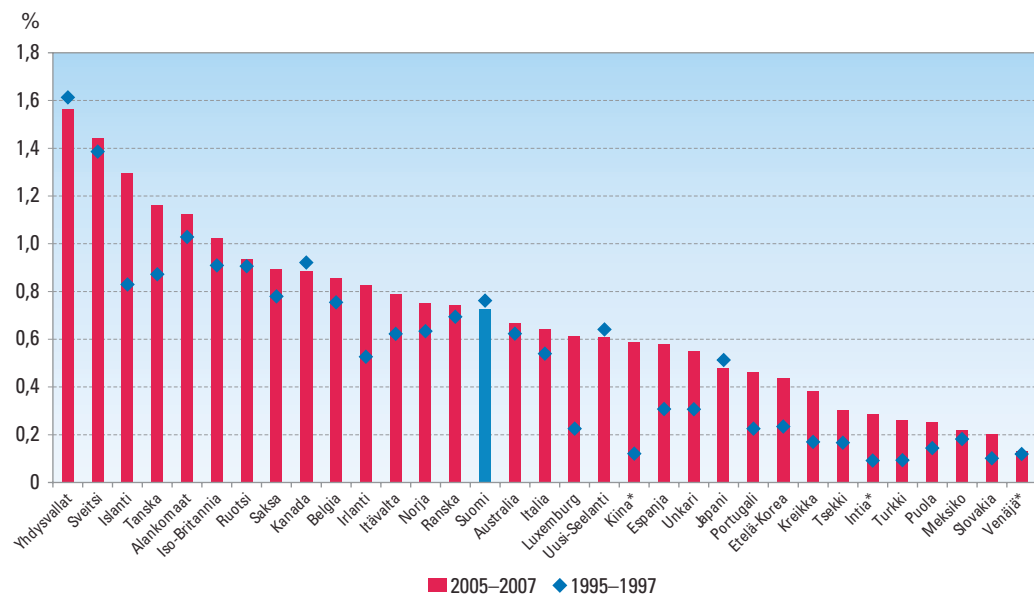
10,4 prosenttia, kliinisen lääketieteen julkaisuista 10,2 prosenttia ja fysiikan julkaisuista 10,0 prosenttia kuului eniten viitattuun 10 prosenttiin kunkin alan julkaisuista maailmassa kaudella 2005–2007.

Eniten viitattuun yhteen prosenttiin alan julkaisuista maailmassa kuului Suomen kliinisen lääketieteen julkaisuista yksi prosentti kaudella 2005–2007. Seuraavaksi suurimmat osuudet olivat 0,9 prosenttia biologiassa sekä maatalous- ja metsätieteissä; 0,8 prosenttia matematiikassa sekä terveystieteissä ja 0,7 prosenttia kemiassa, ympäristötieteissä ja fysiikassa.



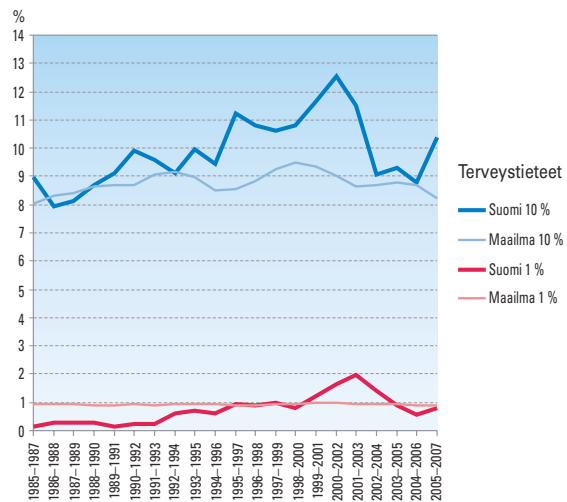
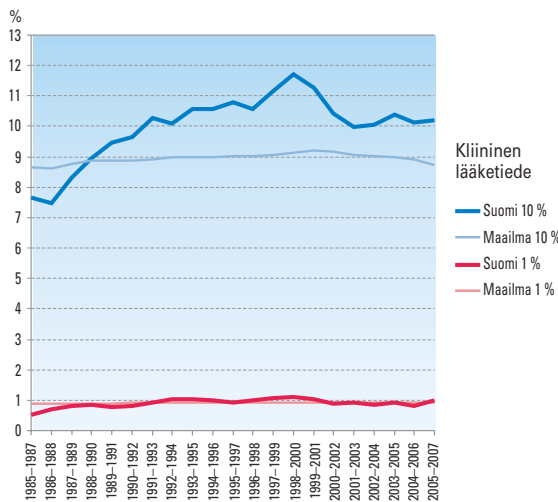
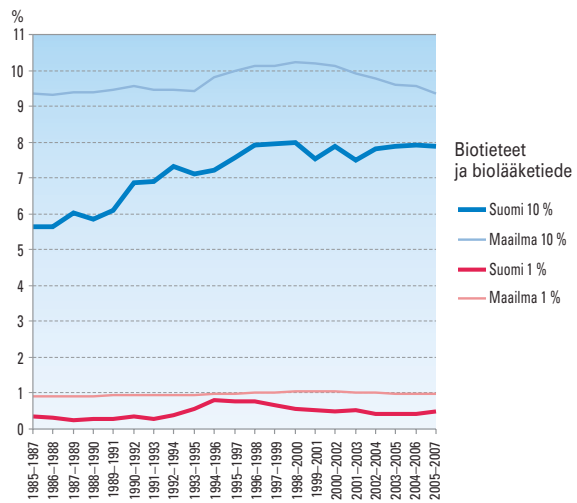
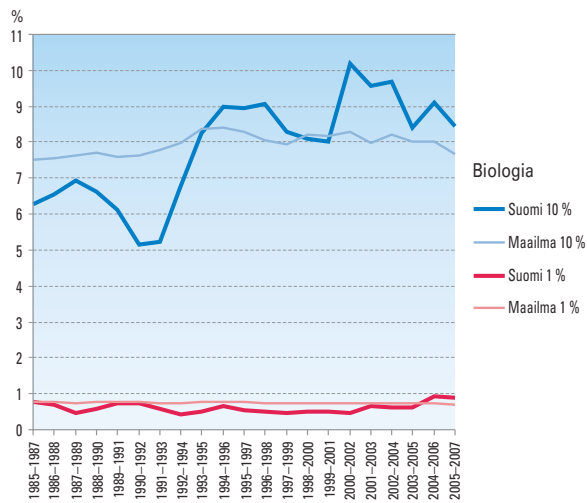
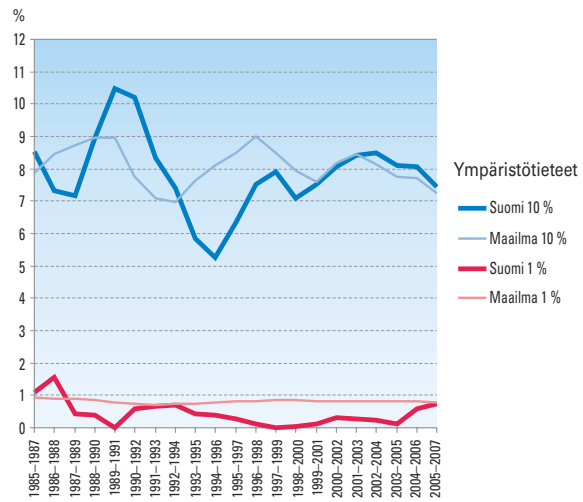
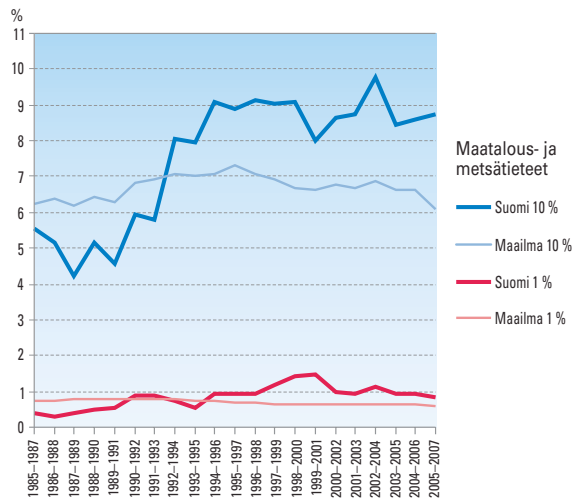
**Kuva 26.** OECD-maiden sekä Intian, Kiinan ja Venäjän osuudet kunkin maan kaikista niistä julkaisuista, jotka kuuluvat maailmassa eniten viitattuihin kymmeneen prosenttiin julkaisuista kausilla 1995–1997 ja 2005–2007. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

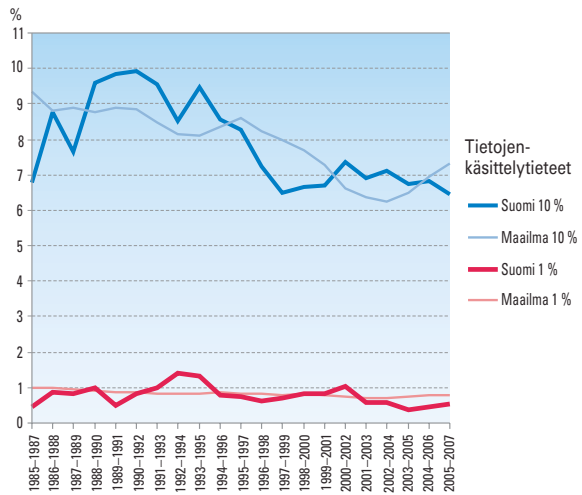
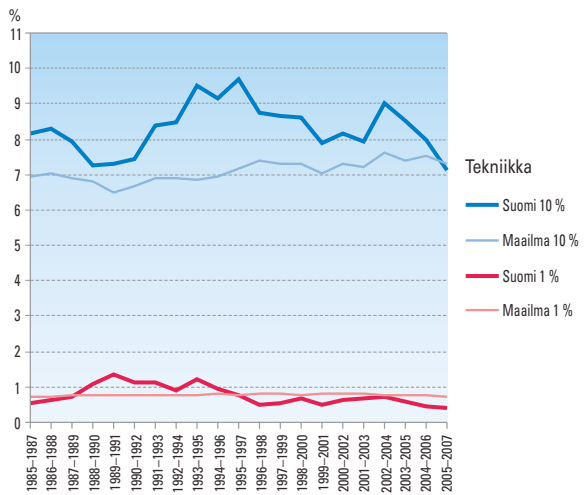
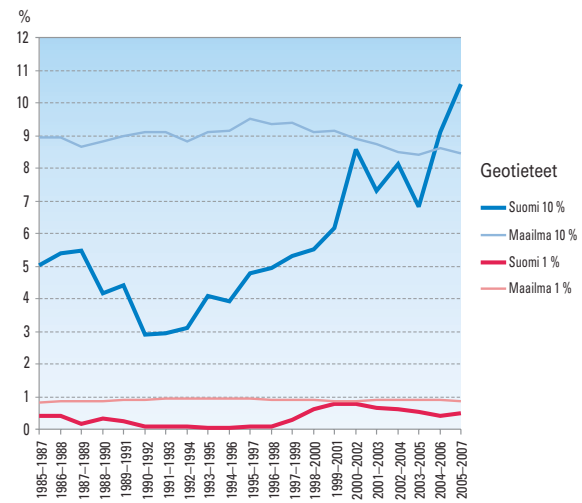
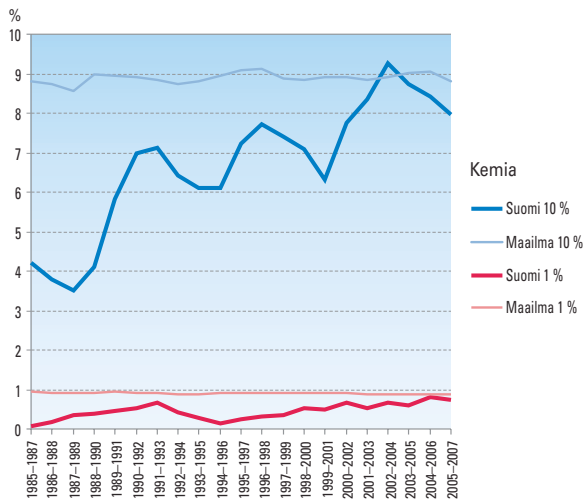
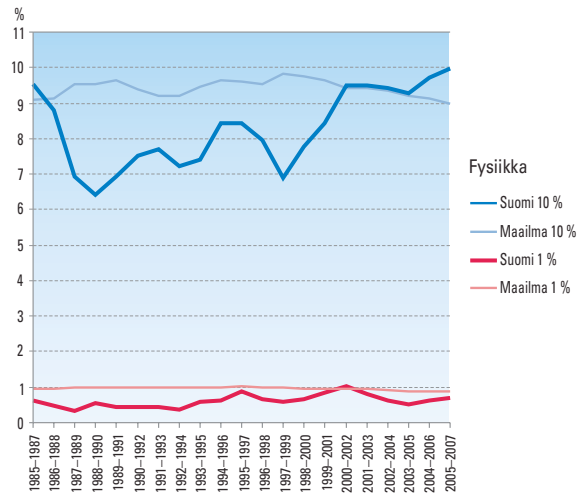
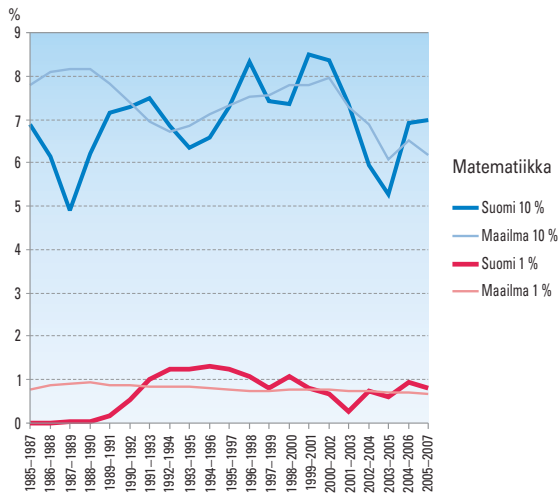
\* OECD:n ulkopuoliset maat.



**Kuva 27.** OECD-maiden sekä Intian, Kiinan ja Venäjän osuudet kunkin maan kaikista niistä julkaisuista, jotka kuuluvat maailmassa eniten viitattuihin yhteen prosenttiin julkaisuista kausilla 1995–1997 ja 2005–2007. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

\* OECD:n ulkopuoliset maat.





**Kuvasarja 28.** Suomen osuudet maailman eniten viitatuista julkaisuista eri tutkimusaloilla kaudella 1995–2007.\*

Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

\* Suomen osuus tutkimusalalla tarkoittaa osuutta niistä kaikista alan suomalaisista julkaisuista, jotka kuuluvat alan eniten viitattujen julkaisujen joukkoon maailmassa. Kuvissa tarkastellaan maailman eniten viitattuja 10 ja 1 prosenttia tutkimusalojen julkaisuista. Kaudet ovat liukuvia kolmivuotiskausia.

## Bibliometriikkaan pohjautuvat yliopistojen ranking-listaukset

Viime vuosina on tullut suosituksi sijoittaa maailman yliopistot paremmuusjärjestykseen erilaisten kriteerien avulla. Lähes kaikissa vertailuissa bibliometriset indikaattorit ovat merkittävä kriteeri. Ranking-listojen alkupäähän sijoittuu yleensä yhdysvaltalaisia ja aasialaisia yliopistoja ennen eurooppalaisia yliopistoja, joille on tyypillistä sisäinen heterogeenisuus. Esimerkiksi Oxfordin ja Cambridgen yliopistot

sijoittuvat yleensä kuitenkin kymmenen parhaan joukkoon. Pohjoismaisista yliopistoista parhaiten sijoittuu Kööpenhaminan yliopisto. Suomen yliopistoista näillä ranking-listoilla näkyy yleensä Helsingin yliopisto, jossa tehdään neljäsosa kaikista Suomen yliopistojen tutkimusvuosista (taulukko 6).

Euroopan komissio on kehittämässä uutta rankingmetodologiaa, jossa pyritään ottamaan huomioon määrällisten kriteerien lisäksi monipuolisesti laadulliset kriteerit. Tavoitteena on moniulotteinen

**Taulukko 6. Tunnetuimmat bibliometrisia indikaattoreita hyödyntävät yliopistovertailut.**

Lähteet: Yliopistovertailujen [www-sivut](#).

	Suomen yliopistojen sijoitukset	
Times Higher Education World University Rankings (THE-QS) <i>Times Higher Education Supplement, Iso-Britannia</i>	Maailman 500 ensimmäistä	2008/2005
	Helsingin yliopisto	91/62
	Teknillinen korkeakoulu	211/194
	Turun yliopisto	246/275
	Kuopion yliopisto	313/326
	Tampereen yliopisto	336/369
	Oulun yliopisto	372/398
	Jyväskylän yliopisto	391/247
Shanghai Ranking, Academic Ranking of World Universities, <i>Graduate School of Education, Shanghai Jiao Tong yliopisto, Kiina</i>	Maailman 500 ensimmäistä	2008/2003
	Helsingin yliopisto	68/74
	Oulun yliopisto	303–401/351–400
	Teknillinen korkeakoulu	402–503/
	Jyväskylän yliopisto	402–503/
	Kuopion yliopisto	402–503/451–500
Leiden Ranking, <i>Centre for Science and Technology Studies, CWTS, Leidenin yliopisto, Alankomaat</i>	Euroopan 250 ensimmäistä	2008
	Helsingin yliopisto	16
	Kuopion yliopisto	17
	Tampereen yliopisto	40
	Turun yliopisto	77
	Oulun yliopisto	102
	Jyväskylän yliopisto	191
	Teknillinen korkeakoulu	204
Ranking Web of World Universities, <i>Cybermetrics Lab, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Espanja</i>	Maailman 1 000 ensimmäistä	2009
	Helsingin yliopisto	58
	Tampereen teknillinen yliopisto	236
	Oulun yliopisto	309
	Teknillinen korkeakoulu	320
	Tampereen yliopisto	375
	Jyväskylän yliopisto	392
	Turun yliopisto	472
	Åbo Akademi	666
	Joensuun yliopisto	708
	Kuopion yliopisto	858

yliopistojen saavutusten arviointi, joka sisältää järjestelmällisen tiedon keruun. Ensimmäinen tarkastelu julkaistaan vuonna 2011.

Keskeinen ongelma on, että indikaattoreita ja niiden painotuksia on mahdotonta määritellä neutraalisti ilman arvottamista. On osoitettu, että painotuksien muutokset muuttavat yliopistojen järjestystä rankingeissa. Yliopistojen luonnehtimisessa on otettava huomioon niiden institutionaaliset järjestelmät ja sisäinen moniulotteisuus tarkasteltaessa panostuksia ja tuotoksia. Yliopistojen keskinäiseen järjestykseen vaikuttavat muun muassa tieteenalaprofiilit, joten lääke- ja luonnontieteitä painottavat yliopistot ovat edullisessa asemassa. Myös englanniksi julkaisemisella on osoitettu olevan merkitystä.

Ranking-listausten sijaan kehitetään ns. asemointi-indikaattoreita (positioning indicators), joilla pyritään luonnehtimaan eri toimijoiden asemaa kansallisessa innovaatiojärjestelmässä. Indikaattorit kuvaavat jokaista yksittäistä kokonaisuutta, sen erityispiirteitä, vuorovaikutusta ja yhdyssiteitä sekä kilpailua ja yhteistyötä luonnehtien. (esim. Bonaccorsi & Daraio 2007).

### Johtopäätökset

Suomen kansainvälinen tieteellinen julkaisutoiminta on menettämässä näkyvyyttään ja tieteellistä vaikutavuuttaan kansainvälisissä vertailuissa. Suomen sijoitukset ovat pudonneet OECD-maiden vertailuissa 1990-luvulta nykypäivään. Suomen julkaisut eivät ole keränneet viittauksia yhtä hyvin kuin esimerkiksi muiden Pohjoismaiden julkaisut. Ero erityisesti Tanskaan on kasvanut nopeasti jo yli 10 vuoden ajan, ja Norja ohitti Suomen 2000-luvun alussa. Ruotsissa viittauskertymien kehitys on ollut Suomen tapaista, joskin korkeammalla tasolla. Suomen tieteellisen tutkimuksen laatu tällä mittarilla mitattuna on nyt täsmälleen OECD-maiden keskitasoa. Kun noin 70 prosenttia Suomen tieteellisistä julkaisuista tehdään yliopistoissa, on kyse erityisesti yliopistojen tutkimusedellytyksistä ja niiden kehittämisestä.

Bibliometriset indikaattorit voivat olla yksi kriteeri tutkimusorganisaatioiden saavutusten vertai-

lussa, jos samalla otetaan huomioon organisaatioiden institutionaaliset järjestelmät ja sisäinen moniulotteisuus panostuksia ja tuotoksia tarkasteltaessa.

## 2.6 Tutkimusjärjestelmän rakenteelliset uudistukset 2000-luvun lopulla

### Tutkimusjärjestelmä

Valtioneuvosto teki vuonna 2005 julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä periaatepäätöksen, jonka keskeisenä tavoitteena on kehittää kansainvälisesti laadukasta tutkimus- ja kehittämistoimintaa kansantalouden ja hyvinvoinnin kannalta tärkeimmillä aloilla. Se pohjautui julkisesta tutkimusjärjestelmästä teetettyyn arviointiin ja erilliselvityksiin. Järjestelmätason kehittämistoimet suunnattiin toimintojen priorisoinnin, tutkimusorganisaatioiden kansainvälisen ja kansallisen profiloitumisen sekä ennakoitavuuteen tukeutuvan valikoivan päätöksenteon vahvistamiseen. Tiede- ja teknologia-neuvoston<sup>11</sup> linjauksessa (Tiede- ja teknologia-neuvosto 2008) esitettiin tarkemmat linjaukset ja toimet, joita on ryhdytty toteuttamaan.

Kansallisen tiede-, teknologia- ja innovaatiopoliittisen neuvonannon ja päätöksenteon yhteyksiä vahvistetaan valtioneuvostossa ja ministeriöissä. Tutkimus- ja innovaationeuvostoa kehitetään valtioneuvoston keskeisenä asiantuntijaelimenä. Suomen Akatemia ja Tekes kehittävät edelleen keskinäistä rahoitus- ja muuta yhteistyötä rahoituksen vaikuttavuuden parantamiseksi.

Kansainvälisesti kilpailukykyisten strategisten huippuosaamisen keskittymistä laadittiin strategia. Kuusi eri sektorien yhteistyötä kehittävää strategisen huippuosaamisen keskittymää on toiminnassa aloilla, joiden arvioidaan olevan elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tulevaisuuden kannalta keskeisiä. Niille suunnataan kansallisesti merkittävä määrä rahoitusta.

Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan rakenteet ovat parhaillaan murrosvaiheessa. Korkeakoulusektorin rakenteellinen kehittäminen on käynnistynyt laajasti kun taas julkisen sektorin ja sektoritutkimuksen kehittäminen on ollut hitaampaa.

11 Vuoden 2009 alusta tutkimus- ja innovaationeuvosto.

Yliopistosektorin kehittämisen tavoitteena on yliopistojen sisäisen uudistumis- ja reagointikyvyn paraneminen, joka esimerkiksi luo paremmat edellytykset uusille tutkimusavauksille. Yliopistojen taloudellista toimivaltaa lisätään uudella yliopistolaililla. Yliopistojen johtamista, strategista suunnittelua ja tutkimushallintoa vahvistetaan. Budjettirahoitusta tullaan jakamaan nykyistä enemmän koulutus- ja tutkimustoiminnan laadun perusteella. Yliopistot pyrkivät parantamaan kansainvälistä kilpailukykyään profiloitumalla ja panostamalla tutkimuksen laatuun, monitieteisyyteen ja kansainvälisesti korkeatasoiseen tutkijakuntaan. Yliopistoissa lisätään kansainvälistä koulutustarjontaa. Ammattikorkeakouluja kehitetään alueellisina vaikuttajina soveltaen tutkimuksen alalla.

Valtioneuvoston sektoritutkimuksen kehittämistä koskevan periaatepäätöksen (2007) mukaista ministeriöiden yhteisen sektoritutkimuksen toimintamallia on kokeiltu. Siinä toimivat sektoritutkimuksen neuvottelukunta ja sen jaostot. Keväällä 2009 Suomen hallitus päätti, että sektoritutkimuksen rakenteellisia uudistuksia jatketaan ja että ministeriöt tekevät ehdotukset tutkimuslaitoskentän rakenteelliseksi uudistamiseksi. Tutkimus- ja innovaationeuvosto tekee ehdotusten pohjalta sektoritutkimuksen neuvottelukunnan avustamana rakenteellisen kehittämisen toimenpideohjelman, joka sisällytetään osaksi julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellista kehittämistä. Monitieteisten ja laajojen tutkimushankkeiden rahoitusta vahvistetaan. Sektoritutkimuksen neuvottelukunnan tehtävät ja kokoonpano uudistetaan. Tavoitteena on kattaa entistä syvemmin sektoritutkimuksen eri osa-alueet. Lisäksi kartoitetaan valtion tutkimuslaitosten tutkimustoiminta, joka soveltuu paremmin yliopistoissa tehtäväksi. Tavoitteena on poistaa päällekkäisyyksiä ja vahvistaa tutkimuslaitosten ja yliopistojen ydintehtäviä.

Suomessa on lisäksi käynnissä ns. valtion tuotavuusohjelma. Se koskee kaikkia hallinnonaloja, valtion virastoja ja niissä työskentelevää henkilöstöä. Ohjelman tarkoituksena on kasvattaa julkisten palvelujen ja hallinnon tuottavuutta, pysäyttää menojen kasvu sekä tehostaa virastojen ja laitosten toimintaa muun muassa henkilöstöä vähentämällä.

Ohjelman vaikutus tutkimusjärjestelmän rakenteille ja yhteistyölle on selkeä, mutta vaikutusten tarkastelu ei ole toistaiseksi mahdollista.

## Yliopistosektori

Yliopistojen rooli julkisessa tutkimuksessa on muuttumassa Euroopassa. Kehityksessä voidaan tunnistaa viisi trendiä (European Commission 2008). Suurin osa jäsenvaltioista on muuttamassa kansallista lainsäädäntöään, jotta yliopistoista tulisi autonomisempia. Jäsenvaltiot myös kiinnittävät entistä enemmän huomiota yliopistojen kansainväliseen arvostukseen ja huippututkimuksen tunnistamiseen. Yliopistojen ja yritysten yhteistyön lisäämiseksi on tehty enemmän työtä kuin aikaisemmin. Tutkijanuralle kannustetaan entistä aktiivisemmin. Lisäksi kilpaillun rahoituksen ja tulosten perusteella jaettavan rahoituksen osuudet muusta rahoituksesta ovat kasvaneet. Nämä kehityslinjat voidaan tunnistaa myös Suomessa.

Suomessa korkeakoulut laajentuivat ja monipuolistuivat 1980- ja 1990-luvuilla muun muassa siten, että perustettiin uusia oppiaineita ja tiedekuntia. Yliopistojen rinnalle luotiin ammattikorkeakoulujärjestelmä. Suomea on kehitetty yhteiskuntapoliittisin keinoin informaatio- ja teknologiyhteiskunnaksi, ja samalla yliopistojen painopistettä on suunnattu tekniikan alan koulutukseen. Aluepoliittisesti yliopistoa korostetaan nykyisin alueellisen innovaatiojärjestelmän osana, jolloin yliopisto nähdään ympäristönsä taloudellista toimintaa stimuloivana tekijänä.

Yliopistoja tutkimusprofiileja voidaan paikantaa Suomen yliopistokentälle tarkastelemalla eri tieteenalaryhmien osuutta koko alan tutkimustyövuosista (taulukko 7). Helsingin yliopisto kattaa neljäsosan kaikista yliopistojen tutkimustyövuosista. Siellä tehtiin eniten tutkimustyövuosia muilla paitsi tekniikan aloilla. Tieteenalojen tutkimuksen erilaisesta luonteesta johtuen niissä arvostetaan eri asioita, joka asettaa erityishaasteen profiloitumiselle. Tieteidenvälisyys, jossa tutkimus on yhteistä tieteellisen ongelman ratkaisua, voi toimia tieteenaloittaisen oppiainerakenteen vastavoimana. Se voidaan nähdä yhtenä tulevaisuutta koskevana kriteerinä, jonka katsotaan tuovan menestystä.



**Taulukko 7.** Yliopistojen tutkimushenkilöstön henkilötyövuodet päätieteenoittain vuonna 2006. Lähteet: Tilastokeskus 2008; Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto.

	Luonnontieteet	Tekniikka	Lääke- ja terveystieteet	Maatalous- ja metsätieteet	Yhteiskuntatieteet	Humanistiset alat	Kaikki yhteensä
Helsingin yliopisto	36	3	29	7	13	12	100
Turun yliopisto	39	2	32	0	19	8	100
Åbo Akademi	45	20	1	0	24	10	100
Oulun yliopisto	26	39	23	0	8	4	100
Tampereen yliopisto	11	0	39	0	40	10	100
Jyväskylän yliopisto	45	1	7	0	35	12	100
Vaasan yliopisto	12	12	0	0	64	12	100
Kuopion yliopisto	34	4	54	1	7	0	100
Joensuun yliopisto	50	0	0	15	24	11	100
Lapin yliopisto	11	2	0	0	77	10	100
Teknillinen korkeakoulu	28	58	2	0	12	0	100
Lappeenrannan teknillinen yliopisto	13	63	0	0	24	0	100
Tampereen teknillinen yliopisto	33	61	0	0	6	0	100
Helsingin kauppakorkeakoulu	13	0	0	0	84	3	100
Svenska handelshögskolan	0	0	0	0	93	7	100
Turun kauppakorkeakoulu	1	0	0	0	98	1	100
Sibelius-Akatemia	0	0	0	0	0	100	100
Taideteollinen korkeakoulu	0	0	0	0	0	100	100
Teatterikorkeakoulu	0	0	0	0	0	100	100
Kuvataideakatemia	0	0	0	0	0	100	100

Suomen innovaatiojärjestelmää vuonna 2009 arvioineen kansainvälisen asiantuntijajaneelin mukaan Suomen yliopistosektorin kehittämisen keskeisiä haasteita ovat tutkimuksen laadun parantaminen, kansainvälistymisen edistäminen ja korkeakoulutuksen kehittäminen vastaamaan globaaleihin ja alueellisiin tarpeisiin. Lisäksi on parannettava ja tehostettava tiedon levittämistä yliopistoista muuhun yhteiskuntaan. (Evaluation... 2009.) Rakenteellinen kehittäminen on yksi keskeinen näkökulma haasteisiin vastaamisessa.

Opetusministeriö laati vuonna 2008 korkeakoulujen rakenteellisen kehittämisen suuntaviivat vuosille 2008–2011 (Opetusministeriö 2008a). Tavoitteena oli korkeakoulujen toiminnan laadun, vaikuttavuuden ja kansainvälisen kilpailukyyn vahvistaminen muuttuvassa ja globaalissa toimintaympäristössä. Korkeakoululaitosta kehitetään edelleen duaalimallin mukaisesti yliopistoista, ammattikorkeakouluista ja tarvittaessa niiden välisistä uusista yhteenliittymistä muodostuvana kokonaisuutena.

Tavoitteena on, että yliopistoja ja ammattikorkeakouluja on tulevaisuudessa nykyistä vähemmän, niiden profiilit ovat selkeämpiä ja yksikkörakenteet on koottu suuremmiksi ja vaikuttavammiksi kokonaisuuksiksi. Lisäksi yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kesken on syntynyt joitakin strategisia, pääosin aluepohjaisia liittoumia. Uudet korkeakoulurakenteet ovat pääosin toiminnassa vuonna 2012.

Koulutustarjontaa, korkeakoulututkintoja ja koulutusohjelmia kehitetään edelleen siten, että yhteiskunnan asiantuntija- ja sivistystarpeet täytetään. Korkeakoulujen rakenteet voivat kuitenkin vaihdella alueittain. Päällekkäistä koulutustarjontaa karsitaan ja kootaan tarkoituksenmukaisiksi sekä tehokkaiksi yksiköiksi ja tukipalveluissa lisätään keskinäistä yhteistyötä.

Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen omassa strategiatyössä otetaan huomioon rakenteellisen kehittämisen tavoitteet ja tehdyt valtakunnalliset alakohtaiset selvitykset. Korkeakoulujen uusien strategioiden pohjalta laaditaan rakenteellisen kehittämisen toimenpideohjelma vuosille 2010–2012.

### Rakenteellisen kehittämisen hankkeita vuosina 2007–2010

- Teknillisen korkeakoulun, Helsingin kauppakorkeakoulun ja Taideteollisen korkeakoulun pohjalle syntyvä säätiömuotoinen Aalto-korkeakoulu
- Joensuun ja Kuopion yliopistojen pohjalle rakentuva Itä-Suomen yliopisto
- Turun yliopiston ja Turun kauppakorkeakoulun pohjalle rakentuva Turun uusi yliopisto
- Tampereen teknillinen yliopisto säätiömuotoiseksi
- Lapin yliopiston sekä Rovaniemen ja Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tiiviille yhteistyörakenteelle pohjautuva korkeakoulukonsortio
- Etelä-Karjalan, Mikkelin ja Kymen ammattikorkeakoulujen sekä Lappeenrannan teknillisen yliopiston tiiviille yhteistyörakenteelle pohjautuva korkeakoulukonsortio
- Helsingin liiketalouden ammattikorkeakoulun ja Haaga-ammattikorkeakoulun pohjalle rakentuva Haaga-Helia-ammattikorkeakoulu
- Stadian ja EVTEKIn pohjalle rakentuva Metropolia Ammattikorkeakoulu sekä Yrkeshögskolan Sydvästin ja Svenska yrkeshögskolanin pohjalle rakentuva Yrkeshögskolan Novia
- Korkeakoulukirjastojen rakenteellinen kehittäminen, jolla lisätään kirjastojen yhteistyötä, tehostetaan toimintoja sekä vähennetään kirjastojen lukumäärää
- Korkeakoulujen yhteinen tietohallintohanke

Suomessa on käynnistynyt myös yliopistouudistus, jonka tavoitteena on vahvistaa yliopistojen taloudellista ja hallinnollista autonomiaa. Pohjana oleva uusi yliopistolaki hyväksyttiin eduskunnassa kesällä 2009. Uusi laki korvaa vuonna 1998 voimaan tulleen yliopistolain, jossa säädettiin yliopistojen tehtävistä, itsehallinnosta ja tutkimuksen ja opetuksen riippumattomuudesta.

Uudistuksella pyritään parantamaan yliopistojen toimintaedellytyksiä kansainvälisessä toimintaympäristössä. Tavoitteena on, että yliopistot pystyvät paremmin muun muassa monipuolistamaan rahoituspohjaansa, kilpailemaan kansainvälisestä tutkimusrahoituksesta, tekemään yhteistyötä ulkomaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa, kohdentamaan resursseja huippututkimukseen ja strategiaan painoaloihinsa sekä vahvistamaan tutkimus- ja opetustoimintansa laatua ja vaikuttavuutta.

Yliopistot eriytyvät valtiosta itsenäisiksi oikeushenkilöiksi, ja niistä tulee oman valintansa mukaan joko julkisoikeudellisia yhteisöjä tai yksityisoikeudellisia säätiöitä. Tämän seurauksena yliopistojen autonomia vahvistuu: yliopistot tulevat valtion tilal-

le työnantajiksi, ja niillä on paremmat edellytykset hyödyntää pääomatulojaan ja hankkia lisärahoitusta lahjoituksin sekä liiketoiminnallaan.

Yliopistojen strategiatyö edellyttää korkeakoulujen keskinäistä yhteistyötä ja vuorovaikutusta alueen ja innovaatiojärjestelmän muiden toimijoiden kanssa. Korkeakoulujen profilit muodostavat valtakunnallisen kokonaisuuden, joka kattaa yhteiskunnan sivistys-, koulutus- ja tutkimustarpeet. Opetusministeriön mukaan yliopiston profilissa voivat painottua eri tavalla tutkimus, perustutkintokoulutus, taiteellinen toiminta, elinikäinen oppiminen tai innovaatio- ja aluetoiminta. Yliopistot tekevät strategiatyönsä pohjalta opetusministeriölle ehdotukset omista tehtävistään, profilistaan ja painoaloistaan sopimuskaudelle 2010–2012.

### Johtopäätökset

Suomen julkisessa tutkimusjärjestelmässä on meillä laajoja rakenteellisia muutoksia, joiden yksi keskeinen tavoite on entistä laadukkaampi tutkimus- ja kehittämistoiminta. Korkeakoulusektorin rakenteellinen kehittäminen on käynnistynyt laajas-

ti nopeassa aikataulussa. Julkisen sektorin ja sektori-tutkimuksen kehittäminen on edennyt hitaammin ja edellyttänyt tavoitteiden ja toimien uudelleenmäärittelyä. Rakenteellisten muutosten kaikkia vaikutuksia ei voida ennakoida, joten muutosten toteutumisista ja niiden vaikutuksista on tärkeää seurata ja arvioida.

Yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten budjet-tirahoitusta jaettaessa ministeriöiden tulosohejauk-sessa ei ole riittävästi painotettu tutkimuksen laatua. Tutkimuksen laadusta palkitseminen on tärkein tapa kannustaa suomalaisia tutkijoita esimerkiksi osallis-tumaan kansainväliseen yhteistyöhön ja houkutella ulkomaalaisia tutkijoita Suomeen.

Yliopistojen, ammattikorkeakoulujen ja valtion tutkimuslaitosten tehtävät ja työnjako ovat osin epäselviä. Korkeakoululaitosta kehitetään edelleen duaalimallin mukaisesti yliopistoista, ammattikor-keakouluista ja niiden välisistä uusista yhteenliitty-mistä muodostuvana kokonaisuutena. Valtion tutki-muslaitosten tutkimustoiminta kartoitetaan ja siitä tunnistetaan osat, jotka sopivat paremmin yliopisto-jen tehtäviksi.

Yliopistojen autonomian lisääminen on edelly-tys tehokkaalle yliopistojärjestelmän toiminnalle. Kriittisen massan rakentamiseksi yliopistojen on erikoistuttava vahvuusalueillaan. Se voidaan saavut-taa parhaiten tarjoamalla kannustimia siten, että yli-opistot voivat itse päättää erikoistumisestaan. Myös institutionaalisen käyttäytymisen muuttaminen yli-opistoissa edellyttää kannustimia. Tällöin yliopisto-jen hallinto- ja johtamisjärjestelmien kehittämis-haasteet korostuvat.

Tällä hetkellä yliopistojen kehitysvaihe on käännekohdassa, mikä vaikuttaa myös yliopistojen profiilien kehittämiseen. Tulevaisuudessa yliopisto-jen profiilissa voivat painottua eri tavalla tutkimus, perustutkintokoulutus, taiteellinen toiminta, elin-ikäinen oppiminen tai innovaatio- ja aluetoiminta. Rakenteellisen kehittämisen lisäksi koveneva kilpai-lu julkisesta rahoituksesta yliopistojen välillä suun-taa yliopistojen profiloitumista. Kehitys voi johtaa kolmenlaisten yliopistojen kehittämiseen: kansain-välisesti korkeatasoiset tiedeyliopistot, kansallisesti merkittävät tiedeyliopistot ja maakuntakorkeakou-

lut. Uhkana tässä kehityksessä on, että joissakin yli-opistoissa opetetaan valmiiden tulosten ja oppikirjo-jen avulla eikä tutkimusta tekemällä. Laadukkaissa tutkimus- ja opetusyliopistoissa tutkimusperusta tuo opetukseen kriittisyyttä ja opiskelijat saavat kä-sityksen siitä, miten uusi tieto syntyy.

## LÄHTEET

- Ahonen, Paavo-Petri, Mari Hjelt, Erkki Kaukonen & Pia Vuolanto (toim.) 2009. Internationalisation of Finnish sci-entific research. Publications of the Academy of Finland 7/09.
- Bonaccorsi, Andrea & Cinzia Daraio (toim.) 2007. Universi-ties and strategic knowledge creation. Specialization and performance in Europe. PRIME Series on Research and Innovation Policy in Europe. Edward Elgar Publishing, United Kingdom.
- Euroopan komissio 2008. Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille. Paremmat uranäkymät ja suu-rempi liikkuvuus: eurooppalainen kumppanuus tutkijoita varten. Sec (2008) 1911, sec (2008) 1912.
- European Commission 2008. A more research-intensive and integrated European research Area. Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008/2009.
- European roadmap for research infrastructures. Report 2006. European strategy forum on research infrastructures. Eu-ropean Communities, 2006.
- Evaluation of the Finnish National Innovation system. End-of-March 2009 Interim Report. Executive Summary. Rou-vinen, Petri & Pekka Ylä-Anttila, ETLA/Etlatieto Oy.
- Lehvo, Annamajja & Anu Nuutinen 2006. Finnish science in international comparison. A bibliometric analysis. Publi-cations of the Academy of Finland 15/06.
- National-level infrastructures. Present state and roadmap. Summary and recommendations. Ministry of Education, Helsinki 2009.
- OECD 2002. Frascati manual. Proposed standard practice for surveys on research and experimental development. OECD 2002.
- OECD 2007. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007. Innovation and performance in the glo-bal economy. OECD 2007.
- OECD 2008a. Main Science and Technology Indicators. Vol-ume 2008/2. OECD 2008.
- OECD 2008b. OECD Science, Technology and Industry Outlook. OECD 2008.
- OECD 2008c. Tertiary education for the knowledge society. Volume 2. Special features: Equity, innovation, labour market, internationalisation. OECD 2008.
- Opetusministeriö 2006. Tutkijanuratyöryhmän loppuraport-ti. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2006: 3. Opetusministeriö, Helsinki.
- Opetusministeriö 2007a. Koulutus ja tutkimus vuosina 2007–2012. Kehittämissuunnitelma. Opetusministeriön julkai-suja 2008:9. Opetusministeriö, Helsinki.

Opetusministeriö 2007b. Toimenpideohjelma tutkijankoulutuksen ja tutkijanuran kehittämiseksi vuosille 2007–2011. Opetusministeriön julkaisuja 2007: 7. Opetusministeriö, Helsinki.

Opetusministeriö 2008a. Korkeakoulujen rakenteellisen kehittämisen suuntaviivat vuosille 2008–2011. Opetusministeriö, Helsinki.

Opetusministeriö 2008b. Neliportainen tutkijanura. Opetusministeriön työryhämämuistioita ja selvityksiä 2008: 15. Opetusministeriö, Koulutus- ja tiedepolitiikan osasto, Helsinki.

Tiede- ja teknologianeuvosto 2008. Linjaus 2008. Tiede- ja teknologianeuvosto, Helsinki.

Tilastokeskus 2006. Innovaatiotoiminta 2006. Suomen virallinen tilasto. Tiede, teknologia ja tietoyhteiskunta 2008. Tilastokeskus, Helsinki.

Tilastokeskus 2008 & 2009. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat. Tutkimus- ja kehittämistoiminta. [http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/ttt/tkke\\_fi.asp](http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/ttt/tkke_fi.asp)

Valtioneuvosto 2005. Valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä 07.04.2005.

Valtioneuvosto 2007. Valtioneuvoston periaatepäätös sektori-tutkimuksen kehittämisestä 28.6.2007.

## 3 SUOMI TIETEEN MAAILMANKARTALLA

Tiede on perusluonteeltaan yhteiskunnan instituutiosta kaikkein kansainvälisin. Tieteellisten tulosten pätevyys ei ole riippuvainen tutkijoiden kansallisuudesta tai asuinpaikasta, tutkijoiden liikkuvuus on ollut tavallista vuosisatoja ja yliopistot ovat pyrkineet houkuttelemaan korkeatasoisia tutkijoita ympäri maailmaa.

Viime vuosikymmenien aikana tapahtuneet muutokset tieteellisen tutkimuksen toimintaympäristössä ja tutkimuksen yhteiskunnallisessa asemassa ovat tehneet kansainvälistymisestä myös valtioiden tiede- ja teknologiapolitiikan keskeisen välineen.

### 3.1 Toimintaympäristön muutoksia

Yhteiskunnat ja kansantaloudet ovat kehittyneet entistä tietointensiivisemmiksi: yhä suurempi osa niiden vauraudesta käytetään tutkimus- ja kehittämistyöhön ja koulutukseen. Samalla yhä merkittävämpi osa niiden vauraudesta ja hyvinvoinnista riippuu investoinneista koulutukseen ja tutkimus- ja kehittämistyöhön. 0,5–0,75 prosenttiyksikköä eurooppalaisten talouksien potentiaalisesta kasvusta syntyy näistä. Jopa 75 prosenttia Yhdysvaltojen tuottavuuskehityksestä viimeisten viidenkymmenen vuoden ajalta on peräisin koulutus-, tutkimus- ja kehittämisinvestoinneista (European Commission 2007).

Globalisoituminen on lisännyt merkittävällä tavalla tavaroiden, pääomien, työvoiman, tiedon, teknologian ja ideoiden liikkuvuutta. Tietotekniikan kehittyminen on mahdollistanut ideoiden, tiedon ja informaation nopean leviämisen ympäri maailmaa ja yhteistyöverkostojen laajentumisen. Se on muuttanut kansainvälisen yhteistoiminnan muotoja myös tieteessä. Yritystoiminnan globalisoituminen on kasvattanut tutkijoiden ja asiantuntijoiden kysyntää valtavasti myös kehittyneiden OECD-maiden ulkopuolella: tutkijoiden globaalit työmarkkinat ovat syntyneet. Kun kehittyneiden maiden väestöt ikään-tyvät, maat joutuvat täydentämään työvoimaansa myös tieteellistä koulutusta vaativissa tehtävissä, mukaan lukien tutkimus.

Eurooppalaisen yhteistyön syveneminen ja laajentuminen koskevat enenevässä määrin myös tieteellistä tutkimusta. Eurooppalaisen tutkimusalueen (European Research Area, ERA) strategisella kehittämisellä edetään kansainvälisessä yhteistyössä aivan uudelle tasolle. Yhteistyö tehostaisi kansallisten resurssien käyttöä olennaisesti ja muodostaisi kehittyneen perustan toisiaan täydentävien osaamisten yhteiselle käytölle.

Keskeisiksi politiikkavälineiksi on valittu yhteinen ohjelmasuunnittelu (joint programming), tiedon tehokkaampi jakaminen (knowledge sharing) ja siirto, eurooppalainen infrastruktuuripolitiikka, tutkijoiden avoimet työmarkkinat ja kansainvälinen tiede- ja teknologiayhteistyö (Green Paper 2007). Toteutessaan ERA tekisi Euroopasta maailman kilpailukykyisimmän ja houkuttelevimman ympäristön tieteelliselle tutkimukselle ja teknologian kehittämiselle.

### 3.2 Tieteen muuttuva maantiede

Tieteellisen tutkimuksen painopiste maailmassa siirtyi toisen maailmansodan jälkeen Euroopan perinteisistä tiedemaista Isosta-Britanniasta ja Saksasta Yhdysvaltoihin. Yhdysvallat on pysynyt hallitsevana tiedemaana tähän saakka. Käynnissä olevat prosessit ovat kuitenkin muuttamassa tilannetta merkittävästi eri alueiden ja maiden välillä.

Yhdysvaltojen tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot olivat 38,4 prosenttia koko maailman tutkimus- ja kehittämismenoista vuonna 1995, ja vuonna 2005 ne olivat laskeneet 34,4 prosenttiin. Euroopan osuus oli laskenut samana aikana 30,8 prosentista 26,7 prosenttiin, kun taas Aasian osuus oli noussut 23,8 prosentista 31,1 prosenttiin. Japanin noin 3 prosenttiyksikön laskun olivat korvanneet Kiinan nousu 3,6 prosentista 12,7 prosenttiin ja Korean nousu 2,9 prosentista 3,5 prosenttiin. Koko Afrikan osuus on vain 0,6 prosenttia, pienempi kuin Suomen. Aasia on nousemassa maailman johtavaksi tutkimus- ja kehittämistyön alueeksi (European Commission 2007). Mikäli tarkastellaan yksinomaan investointeja siviilitutkimukseen, Yhdysvaltain osuus on laskenut

merkittävästi vuodesta 2001 lähtien, kun taas Saksan ja Kanadan kaltaiset maat ovat saavuttaneet Yhdysvallat tutkimusintensiivisyydessä.

Euroopan asema johtuu tutkimus- ja kehittämistyön yritysrahoituksen alhaisesta tasosta, kun taas Aasian maissa sen osuus kokonaisuudesta on huomattavan suuri. Kuvattu kehityssuunta korostuu, kun tarkastellaan tutkintojen ja tutkijakunnan laajuutta ja kehitystä eri alueilla ja maissa. Yhdysvaltain ja EU 27 -maiden tutkijakunnan laajuus on lähes yhtä suuri, mutta niiden koostumus on aivan erilainen. Kun Euroopan yliopistojen opiskelijoista vain 3–4 prosenttia tulee muista maista ja niistäkin yli puolet muista EU-maista, Yhdysvalloissa luku on yli 30 prosenttia. Ulkomaisten osuus Yhdysvaltain luonnontieteiden ja tekniikan tohtoreiden määrästä on vieläkin dramaattisempi, yli 40 prosenttia. Heistä ylivoimaisesti suurin osa on tullut Aasiasta. Yhdysvallat on pystynyt pitämään yllä johtoasemaa eräillä keskeisillä tieteen ja teknologian alueilla ulkomaisen työvoiman avulla. Yhdysvaltain tiedehallinto arvioi (National Science Board 2008), että luonnontieteiden ja tekniikan alan tutkimuksen suorittaneiden määrän tulisi kolminkertaistua vuosina 2012–2020. Kun otetaan huomioon nyt vähentynyt maahanmuutto, syntyperäisten amerikkalaisten nuorten vähentynyt kiinnostus tieteseen ja suurten ikäluokkien tutkijoiden massaeläköityminen lähivuosina, arvioidaan, että edessä saattaa olla Yhdysvaltojen tutkijavaje (European Commission 2007).

Samanaikaisesti Aasian maat, joista Eurooppaan – erityisesti Saksaan ja Isoon-Britanniaan – mutta ennen muuta Yhdysvaltoihin on siirtynyt runsaasti tutkijoita, investoivat poikkeuksellisen vahvasti tieteelliseen koulutukseen, tutkimukseen ja sen infrastruktuureihin. Kiinan perustutkintojen määrä on jo ohittanut Yhdysvallat ja valmistuneiden tohtorien määrä ohittaa Yhdysvallat noin vuonna 2010. Heistä entistä pienempi osa siirtyy Yhdysvaltoihin ja Eurooppaan samanaikaisesti kun kysyntä myös ulkomaisista tutkijoista kasvaa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kilpailu tutkijoista ja erityisesti huippuosajista kasvaa maailmanlaajuisesti. Tutkijaliikkuvuuden rakenteet muuttuvat olennaisesti.

Julkaisutoiminnan laajuuden ja sen tieteellisen

vaikuttavuuden mittarit antavat yleiskuvan tieteen maailmankartan alueiden ja maiden suhteellisesta asemasta. Eurooppa on vahvistanut vuodesta 1995 vuoteen 2005 asemaansa suhteessa Yhdysvaltoihin alueena, joka tuottaa suurimman osan maailman tieteellisistä vertaisarvioituista artikkeleista (kasvua EU:ssa noin 25 % ja Yhdysvalloissa noin 10 %). Merkittävin rakenteellinen muutos on kuitenkin se, että sekä Euroopan ja Yhdysvaltojen osuudet ovat supistuneet (nyt noin 38 % ja 32 %), kun taas Aasian osuus on kasvanut noin 18 prosentista noin 26 prosenttiin (National Science Board 2008, European Commission 2007). Merkittävintä kasvua tieteellisessä julkaisutoiminnassa osoittavat Kiinan ohella Korea, Intia, Brasilia ja Taiwan.

Yhdysvallat on alueista edelleen lähes ylivoimainen, kun tarkastellaan julkaisujen tieteellistä vaikuttavuutta. Sen ykkösasema on säilynyt jo pitkään samalla korkealla tasolla; yksittäisistä maailman maista vain Sveitsi yltää yhtä korkealle tasolle. Erityisen merkittävä ero on muihin alueisiin verrattuna, kun tarkastellaan amerikkalaisten julkaisujen osuutta 10 prosentissa tai prosentissa maailman eniten viitattuja julkaisuja. Vieläkin selvemmäksi tämä käy, kun verrataan toisiinsa maailman eniten julkaisevien yliopistojen viittauskertymiä. Eniten viittauksia saavista 25 yliopistosta kaikki ovat amerikkalaisia, ja niiden 76 yliopiston joukossa, joiden suhteellinen viittausindeksi oli yli 1,5, amerikkalaisia yliopistoja oli 67, kahdeksan eurooppalaista ja yksi aasialainen (European Commission 2007).

Yhdysvallat on pysynyt maailman keskitasoon verrattuna jo vuosikymmeniä korkealla tieteellisen laadun tasolla. Monet maat ovat nostaneet viimeisten 20 vuoden aikana tutkimuksensa tieteellistä vaikuttavuutta huomattavasti suhteessa maailman keskitasoon ja lähestyneet OECD-vertailuissa Yhdysvaltoja. Näitä maita ovat erityisesti Kanada, Australia ja pienet EU-maat kuten Alankomaat, Tanska, Ruotsi ja Suomi.

### 3.3 Kansainvälistyminen: tiedepolitiikka vastaa haasteisiin

Globalisoituvassa tieteen ja teknologian maailmassa valtiot pyrkivät vastaamaan kansainvälistymisen haasteisiin politiikkapainotuksilla ja uusilla instru-

menteilla. Ne voidaan jakaa karkeasti neljään ryhmään:

- Kansainvälistäminen laadun (excellence) kehittäjänä
- Tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuden parantaminen
- Kansainvälisenä yhteistyönä tehtävän tutkimuksen vahvistaminen
- Liikkuvuuden kehittäminen.

Nämä painotukset ja instrumentit ymmärretään vastauksiksi globaaliin kilpailuun tutkimuksessa ja innovaatiotoiminnassa. Keinovalikoimat vaihtelevat varsin paljon sen mukaan, onko kyseessä hyvin kehittynyt järjestelmä (esim. Kanada, Ruotsi ja Suomi) vai kehittyneempää asemaa tavoitteleva (catching up) matalan tutkimusintensiteetin maa (esim. Kreikka, Portugali ja Turkki).

Laadun kehittäminen on yleisenä, yhteisenä tavoitteena monien kansallisten tiede- ja innovaatiopoliittisten ohjelmien ja suunnitelmien kansainvälistymistä edistävässä toimissa. Näin on muun muassa Kanadassa, Saksassa, Norjassa ja Espanjassa (OECD 2008a).

Tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän houkuttelevuutta voidaan kohentaa monin tavoin. Suorien investointien tukeminen tutkimus- ja kehittämistyössä (verohelpotukset, ammattitaitoisen tutkijakunnan saatavuus, korkeatasoisten infrastruktuurien saatavuus ja myös suora rahoitustuki) ovat tyypillisiä muun muassa Irlannille ja Unkarille. Tutkimusinfrastruktuurien merkitys on monilla tutkimusaloilla ratkaiseva. Korkeatasoisten infrastruktuurien puuttuminen heikentää olennaisesti ja useimmiten ratkaisevasti houkuttelevuutta niin suorien ulkomaisten sijoitusten kuin myös huippututkijoiden saatavuuden kannalta. Useilla tutkimusaloilla infrastruktuurit muodostavat luovien tutkimusympäristöjen perustan.

Viime vuosina tutkimusjärjestelmän houkuttelevuutta on monissa maissa pyritty lisäämään rakenteellisin keinoin. Yliopistolaitoksen rakenteiden uudistaminen, tutkimuksen huippuyksiköiden (centers of excellence) ja niiden verkostojen muodostaminen sekä erityyppisten huippuosaamisen keskittymien (national centers, strategic centers) muodostaminen julkisen ja yksityisen rahoituksen turvin ovat tavallisimmin käytettyjä keinoja. Keskeinen osa EU-ra-

hoituksesta tähtää Euroopan kehittämiseen maailman houkuttelevimmaksi tutkimusalueeksi.

Kansainvälisenä yhteistyönä tehtävän tutkimuksen vahvistaminen erityisesti yhteisten ohjelmien muodossa on lisääntynyt nopeasti. Esimerkiksi Saksan hallituksen omaksuma kansainvälistymisstrategia (OECD 2008a) kirjaa tärkeimpinä kansainvälistymisen instrumentteina yhteistyön ”globaalien edelläkävijöiden” kanssa, yhteistyön tiivistämisen kehitysmaiden kanssa koulutuksessa, tutkimuksessa ja kehittämistyössä sekä kansainvälisen tutkimus- ja innovaatioyhteistyön globaaleihin haasteisiin (ilmastonmuutos, luonnonvarat, terveys, turvallisuus ja väestön muuttoliikkeet) vastaamisessa. Kasvava yhteistyö nk. nousevien tiedemaiden (Kiina, Intia, Brasilia ja Venäjä) kanssa toteutetaan tavallisimmin yhteisten tutkimusohjelmien avulla: näin tekee myös Suomi. Yhteistyö on saamassa entistä enemmän myös alueellisia piirteitä. Japani, Kiina ja Korea pitivät ensimmäisen korkean tason tiede- ja teknologiayhteistyön vahvistamiseen tähdänneen kokouksen vuonna 2008. ERA-alueen piirissä alueellinen yhteistyö on vahvistumassa muun muassa Pohjoismaiden välillä (NordForsk), Iberian niemimaalla ja Itävallan johdolla itäisessä Keski-Euroopassa.

Kun tutkimus- ja innovaatiotoiminta kansainvälistyy, linkittyminen oman maan tutkimusjärjestelmän kannalta keskeisten maiden tietolähteisiin tulee entistä tärkeämmäksi. Tämä on johtanut erityyppisten kansainvälisten innovaatiokeskusverkostojen perustamiseen, joiden solmukohtat toimivat kansallisesti tärkeiksi arvioiduissa maissa. Tanska ja Suomi ovat tästä hyviä esimerkkejä. Suomen FinNode-verkoston toimipisteet ovat Japanissa, Yhdysvalloissa, Venäjällä ja Kiinassa ja Intian toimipiste on aloittamassa toimintaansa. Verkosto toimii Suomen Akatemian, Tekesin, VTT:n, Sitran, Finpron ja ulkoasiainministeriön yhteistyönä Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän globaaleina tuntosarvina.

Tutkijoiden liikkuvuutta edistävät toimet kuuluvat ERAn keskeisiin välineisiin. Monet maat ovat seuranneet Kanadan esimerkkiä, kun se on toteuttanut kansainvälisen tason tutkijoiden maahanmuuttoa edistävän ohjelman. Suomen FiDiPro-ohjelma on yksi näistä. Eräät maat ovat jo laatineet liikkuvuusstrategian kun ne pyrkivät vastaamaan ”globaaliin kilpailuun lahjakkuuksista” (global competition

for talent) (OECD 2008b). Kaikkein kehittyneimmät strategiat ovat Isolla-Britannialla ja Japanilla, ja Kanada on edennyt kaikkein pisimmälle omien liikkuvuusinstrumenttiensa käytössä. EU:n liikkuvuusstrategia osana ERAn kehittämistä muodostaa jäsenmaille kehikon omien strategioittensa kehittämiseen.

### 3.4 Suomen tieteen kansainvälistyminen

Suomen tiedepolitiikassa on pidetty tutkimuksen kansainvälistymistä merkittävänä tavoitteena jo vuosikymmeniä. Perusteena on yhtäältä ollut Suomen tutkimusjärjestelmän pienuus ja aiemmin myös kansallinen sulkeutuneisuus. OECD on todennut eräänlaisen suomalaisen paradoksin: suomalainen yritystoiminta on hyvin kansainvälistynyttä, mutta sekä yritysten tutkimustoiminta ja sen rahoitus Suomessa että suomalainen tutkimusjärjestelmä ovat hyvin kansallisia (OECD 2008a). Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistyminen on poikkeuksellisen vähäistä ottaen huomioon sen resurssit ja kehittyneisyys.

Tutkijat pitävät kansainvälistymistä merkittävänä tutkimuksen laadun kannalta ja osin itsestään selvänä. Yli 90 prosenttia yliopistojen laitosjohtajista uskoo kansainvälisen tutkimusyhteistyön vaikuttavan myönteisesti oman alan tutkimustyön kehittämiseen (Hakala ym. 2003). Vaikka korkeatasoisen

tutkimuksen ei määritelmällisesti tarvitse olla kansainvälistä, käytännössä huippututkimuksen tekemisen edellytyksenä on kansainvälinen toiminta ja yhteistyö.

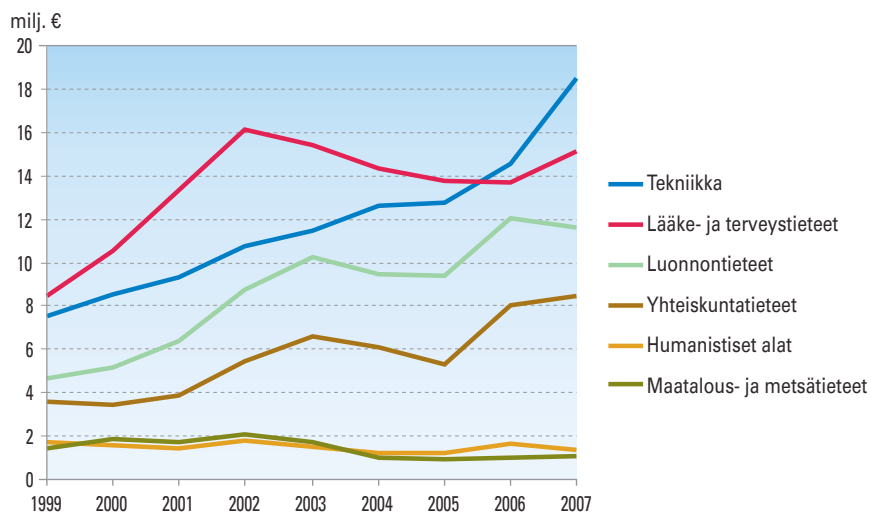
Suomen tieteellisen tutkimuksen kansainvälistymisen kehittymistä ja nykytilaa tarkastellaan seuraavassa kolmesta näkökulmasta (Ahonen ym. 2009):

- Ulkomainen rahoitus
- Liikkuvuus ja verkostoituminen
- Kansainvälinen tieteellinen julkaisu-toiminta ja -yhteistyö.

#### Ulkomainen rahoitus

Tutkijat ja tutkimusryhmät etsivät rahoitusta eri lähteistä muun muassa tieteellisen tasonsa, tutkimusstrategioidensa ja tarpeittensa mukaisesti. Kansainvälinen rahoitus on osoitus käynnissä olevasta kansainvälisestä tutkimusyhteistyöstä tai sellaisen aloittamisesta. Lisäksi se voi merkitä lähinnä yritysrahoituksen kyseessä ollen tiedon potentiaalista sovellettavuutta.

Tekniikan alat saivat vuonna 2007 eniten ulkomaista rahoitusta, vajaat 18,5 miljoonaa euroa (kuva 1). Luonnontieteiden ulkomainen rahoitus on kasvanut voimakkaimmin vuosina 1999–2007, 150 prosenttia. Kasvu on ollut voimakasta myös tekniikan ja yhteiskuntatieteiden aloilla.



**Kuva 1.** Yliopistojen ulkomainen rahoitus\* tutkimusaloittain vuosina 1999–2007.

Lähde: KOTA-tietokanta, opetusministeriö.

\* Sisältää EU-rahoituksen, ulkomaisen yritysrahoituksen ja muun ulkomaisen rahoituksen.



EU on pääsääntöisesti ylivoimaisesti tärkein ulkomaisen rahoituksen lähde: tekniikassa sen osuus on yli 90 prosenttia, luonnontieteissä ja yhteiskuntatieteissä 85–90 prosenttia. Merkittävin poikkeus ovat lääke- ja terveystieteet, joiden EU-rahoituksen osuus on noin 45 prosenttia ja ulkomaisten yritysten rahoitusosuus on vähän yli 30 prosenttia.

### Liikkuvuus ja verkostoituminen

Tutkijoiden globaalien työmarkkinoiden kehittymisen myötä opiskelijoiden, tutkijoiden ja muiden tieteellisen koulutuksen saaneiden ammattilaisten kansainvälinen liikkuvuus on lisääntynyt voimakkaasti. Se, missä määrin maa houkuttelee opiskelijoita ja tutkijoita ja missä määrin maan tutkijat pääsevät työskentelemään korkeatasoisissa yksiköissä ulkomailla, kuvaa tutkimusjärjestelmän avoimuutta ja tasoa.

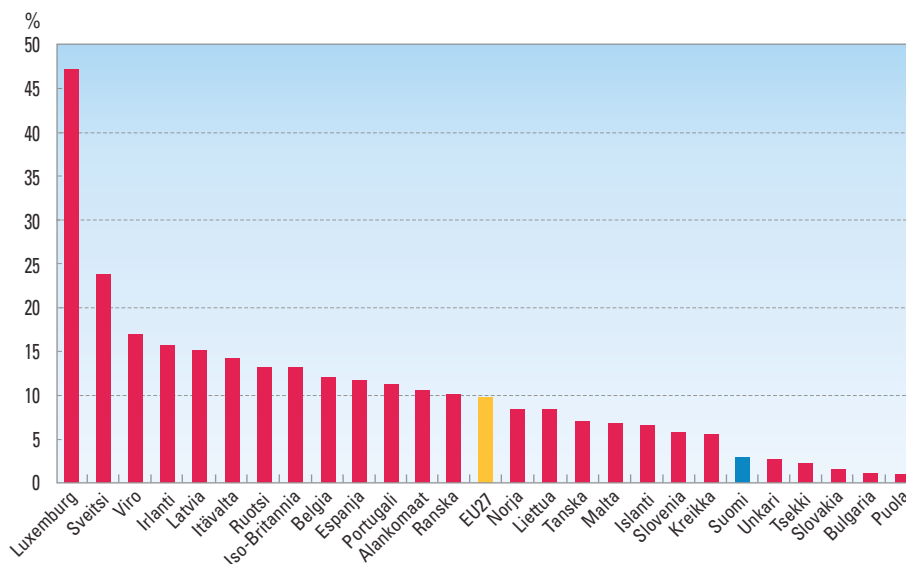
Liikkuvuus – kuten kansainvälinen yhteistyö yleensäkin – on erityisen tärkeää pienille maille, joiden tutkimusjärjestelmä saa sen avulla muun muassa monimuotoisuutta ja uutta tietoa. Se on olennainen tekijä luovien tutkimusympäristöjen muodostamisessa, tutkijanurien kehittämisessä sekä verkostojen rakentamisen välineenä.

Vuonna 2006 Suomessa työskennelleistä tutkijakuntaan kuuluvista vain noin kolme prosenttia oli

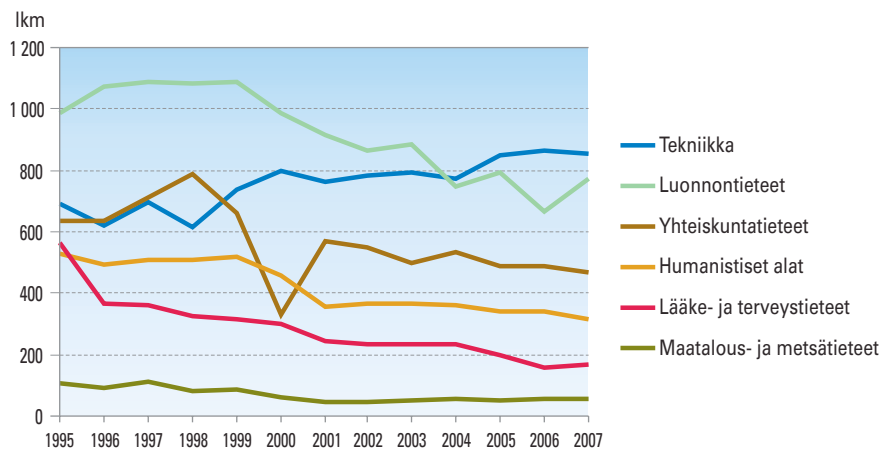
muissa maissa syntyneitä, kun EU 27 -maiden keskiarvo oli 10 prosenttia ja monissa suhteissa Suomeen verrattavien Irlannin, Ruotsin, Itävallan ja Alankomaiden oli yli 10 prosenttia (kuva 2). Suomalaiset tutkijat työskentelevät ulkomailla merkittävästi enemmän, joskin sekin on vertailukelpoisiin maihin verrattuna varsin vähäistä.

Eniten vierailuja tehtiin tekniikan alalla; siinä vierailujen määrät ovat kasvaneet koko tarkastelujakson ajan (kuva 3). Tämä kehitys johtuu kokonaan kansainvälisten tutkijoiden vierailuista suomalaisissa yliopistoissa (Ahonen ym. 2009). Kuva osoittaa sen, kuinka eri tieteenalojen vierailut ovat lisääntyneet – osin jyrkästikin – 1990-luvun puoliväliin saakka, minkä jälkeen on tapahtunut tasoittumista ja vähentymistä. Lääke- ja terveystieteissä sekä maatalous- ja metsätieteissä vierailujen määrät ovat vuonna 2007 huomattavasti alhaisempia kuin vuonna 1990.

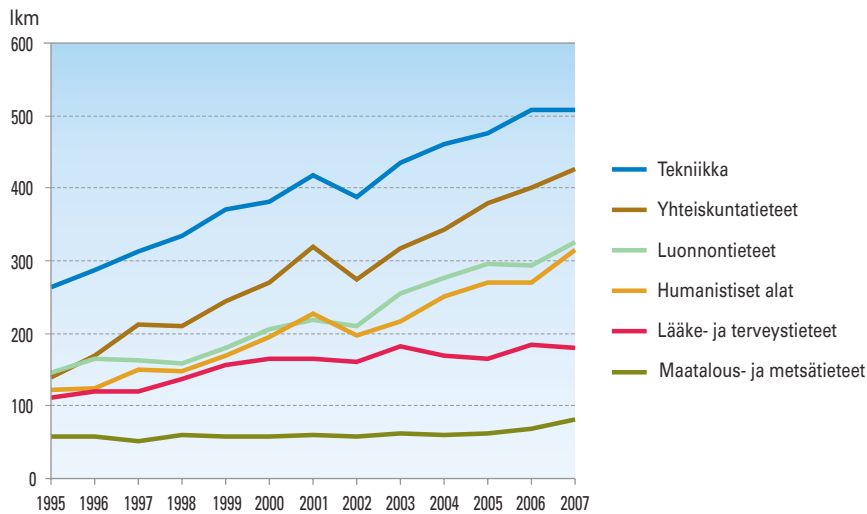
Ulkomaalaisten jatko-opiskelijoiden määrät ovat kasvaneet kaikilla tieteenaloilla vuosina 1991–2007 (kuva 4). Luonnontieteissä, yhteiskuntatieteissä ja humanistisilla aloilla määrät ovat yli nelinkertaistuneet ja tekniikassa noin kolminkertaistuneet. Maatalous- ja metsätieteissä ja lääke- ja terveystieteissä lisäykset ovat vähäisiä 2000-luvulla.



**Kuva 2.** Ulkomailla syntyneiden osuus tutkimus- ja kehittämistoiminnan 25–64-vuotiaasta henkilöstöstä EU 27 -maissa ja valituissa maissa, 2006. Lähde: OECD 2008b.



**Kuva 3.** Yliopistojen kansainväliset opettaja- ja tutkijavierailut vuosina 1995–2007. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.



**Kuva 4.** Ulkomaalaiset jatkotutkintoa suorittavat opiskelijat suomalaisissa yliopistoissa vuosina 1995–2007. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

Suomalaisten jatko-opiskelijoiden työskentelystä muissa maissa ei ole saatavilla tarkasti esitettävää tietoa. Rahoittajilta (ml. Suomen Akatemia) ja tutkijakoulutukseen osallistuneilta saatujen kokemusten ja tietojen perusteella voidaan päätellä, että tutkijakoulutettavien opiskelu ulkomailla on vähentynyt merkittävästi 2000-luvun alkuvuosista lähtien 1980-luvulla alkaneen varsin voimakkaan kasvujakson jälkeen.

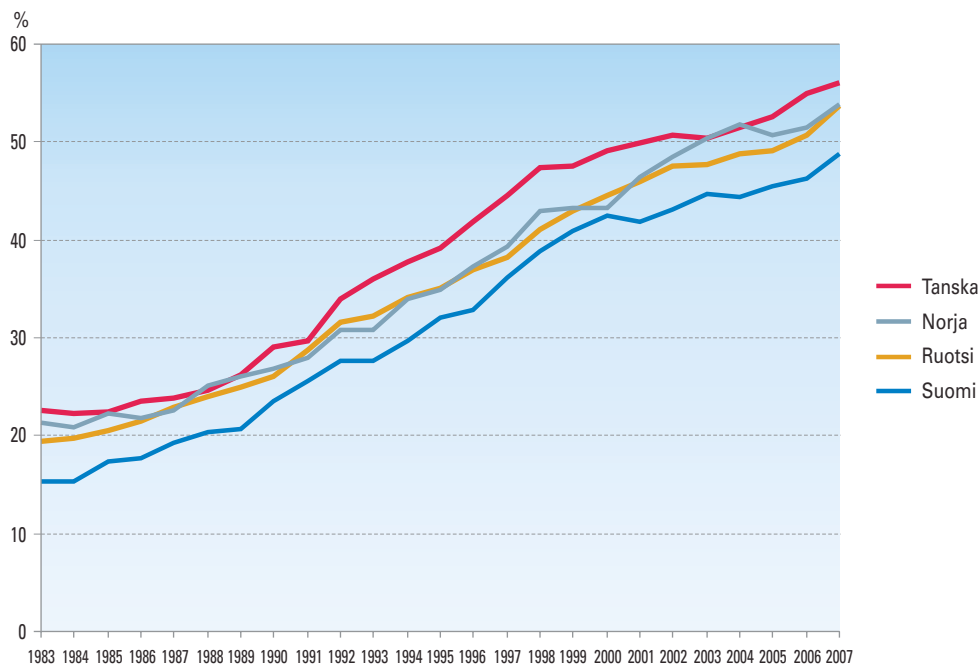
### Kansainvälinen tieteellinen julkaisutoiminta ja -yhteistyö

Tulosten julkaiseminen ja tiedeyhteisön itse ylläpitämä vertaisarviointi on ollut ja tulee vastaisuudessaakin olemaan yksi tieteellisen toiminnan keskeisistä perustoista. Julkaisutoiminnan kansainvälisyys on olennaisin näkyvä tuotos tieteellisen tutkimuksen kansainvälisyydestä. Tietolähteiden ja tiedonjakamisen monipuolistuminen näyttää olevan erityisen tärkeä.

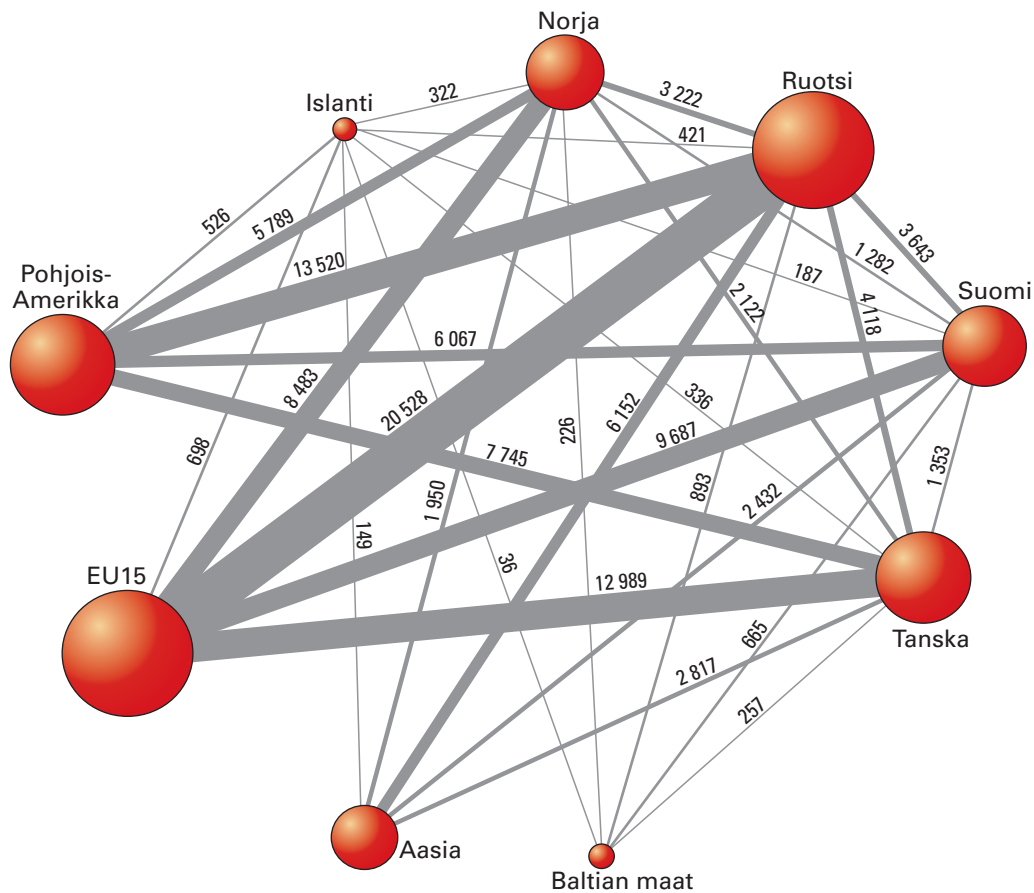
keää sellaisilla monitieteellisillä eturintaman aloilla kuin nanotieteet ja biotieteet (OECD 2007).

Vielä 1980-luvun puolivälissä kansainvälinen yhteisjulkaiseminen oli maailman luonnontieteessä (science) varsin harvinaista: vain noin seitsemän prosenttia alojen julkaisuista syntyi kansainvälisenä yhteistyönä. Yhteisjulkaisujen osuus kolminkertaistui vuoteen 2005 mennessä (OECD 2007). Maiden väliset erot ovat huomattavia: suurten EU-maiden Ranskan, Saksan ja Ison-Britannian sekä Kanadan julkaisuista 40–50 prosenttia syntyi vuonna 2005 kansainvälisenä yhteistyönä kun taas Yhdysvaltain ja Aasian maiden osuudet ovat huomattavasti pienempiä. Kun tarkastellaan kaikkia tutkimusaloja, Pohjoismaiden kansainvälisten yhteisjulkaisujen osuudet kaikista niiden julkaisuista ovat lisääntyneet (kuva 5).

EU-yhteistyön merkitys näkyy hyvin selvästi suomalaisten tutkijoiden kansainvälisessä yhteisjulkaisemisessa kaikilla aloilla. Yhteisjulkaiseminen kasvoi EU 25 -maiden tutkijoiden kanssa vuodesta 1995 vuoteen 2004 85 prosenttia ja se edusti tuolloin 55 prosenttia yhteisjulkaisemisesta, kun vastaava luku Yhdysvaltain kanssa oli 14 prosenttia (Lehvo & Nuutinen, 2006). Luonnontieteellisessä ja lääketieteellisessä julkaisemisessa yhteisjulkaisujen määrä kaksinkertaistui monien eurooppalaisten tiedemaiden kanssa vastaavana aikana, kun se kasvoi Yhdysvaltain kanssa 35–40 prosenttia. Eurooppalaisen, erityisesti pohjoismaisen, tiedeyhteistyön merkitys on ollut olennainen suomalaisten tutkijoiden kansainvälisessä yhteisjulkaisemisessa (ks. kuva 6).



**Kuva 5.** Suomen ja muiden Pohjoismaiden kansainvälisten yhteisjulkaisujen osuudet maiden kaikista kansainvälisistä julkaisuista 1983–2007. Lähteet: Thomson Reuters databases; Vetenskapsrådet 2009; International Research Cooperation in the Nordic Countries. Report 2 from NORIA-net Nordic Bibliometrics Network (painossa).



**Kuva 6.** Pohjoismaiden yhteisjulkaisujen lukumäärät kaudella 2003–2007. Aineiston käsittely Pajek-karttaohjelmalla ja Inkscape-ohjelmalla. Lähteet: Thomson Reuters databases; Vetenskapsrådet 2009; International Research Cooperation in the Nordic Countries. Report 2 from NORIA-net Nordic Bibliometrics Network (painossa).

### 3.5 Suomen osallistuminen eurooppalaiseen yhteistyöhön

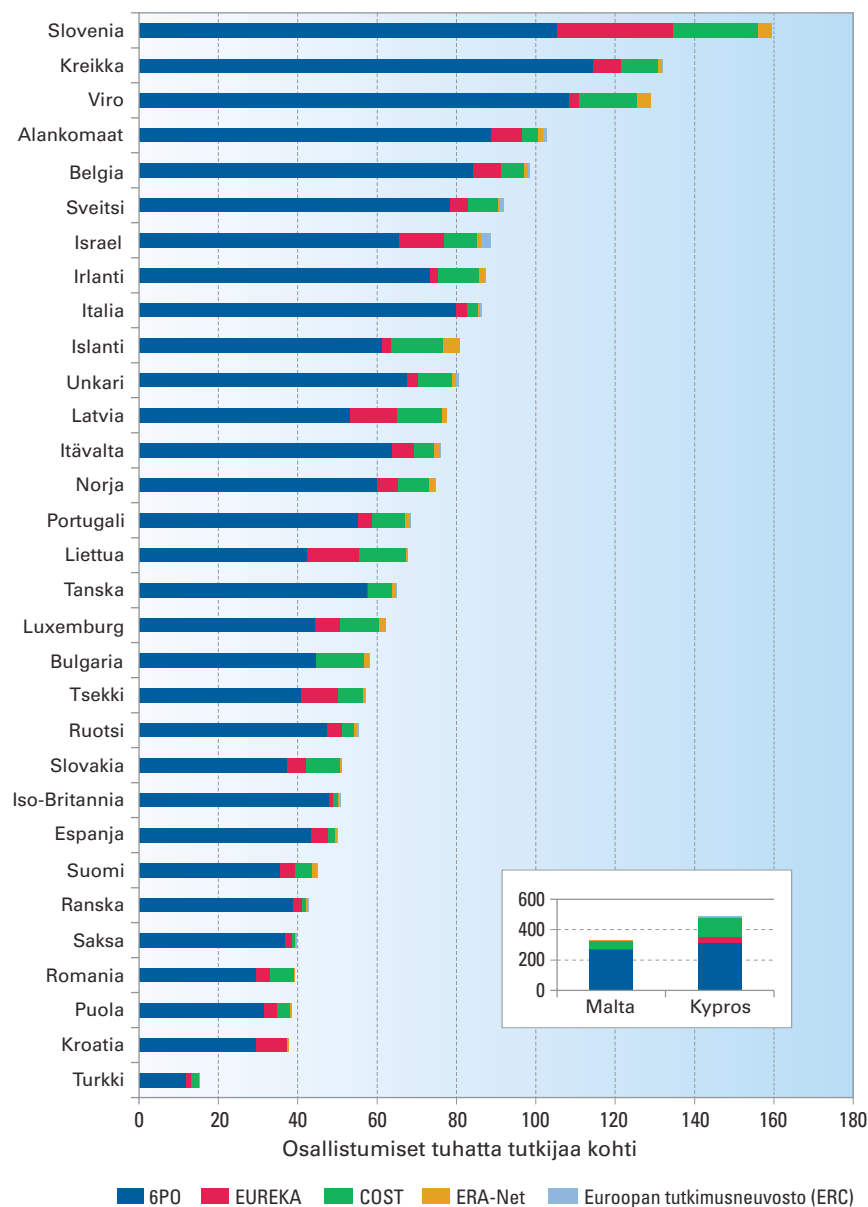
Kuten edellä on todettu, Euroopan tasolla koordinoitujen rahoitusinstrumenttien käyttö lisäsi EU-jäsenyyden myötä merkittävästi suomalaisen tutkimuksen kansainvälistymistä. Kuva 7 osoittaa eurooppalaisten maiden osallistumistiheyden koordinoituihin instrumentteihin viime vuosien aikana.

Osallistuminen on vilkkainta pienten maiden sekä Itä- ja Etelä-Euroopan maiden kohdalla. Suomi, Ruotsi ja Tanska ovat selviä poikkeuksia: niiden osallistuminen on vähäistä, vaikka ne ovat pieniä tutkimusintensiivisiä maita. Suomen suhteellisesti

vähäinen osallistuminen Euroopan unionin tutkimuksen puiteohjelmiin kiinnittää huomiota.

Kun tarkastellaan seitsemännen puiteohjelman (2007–2013) rahoitustilannetta maittain vuoden 2008 lopulla, voidaan todeta, että Suomi oli tuolloin 11. sijalla EU 27 -maista sovitussa rahoituksessa ja 9. sijalla puiteohjelman menestysasteessa (success rate).

Euroopan tutkimusneuvoston (European Research Council, ERC) kahdella ensimmäisellä hakukierroksella (vuonna 2007 nuoret tutkijat ja vuonna 2008 edistyneet tutkijat) Suomi on menestynyt suhteellisesti paremmin. Suomi kuuluu hyvään keskiluokkaan, yhdeksän hyväksytyä hanketta molemmissa hauissa. Väkilukuun, tutkijoiden lukumäärään

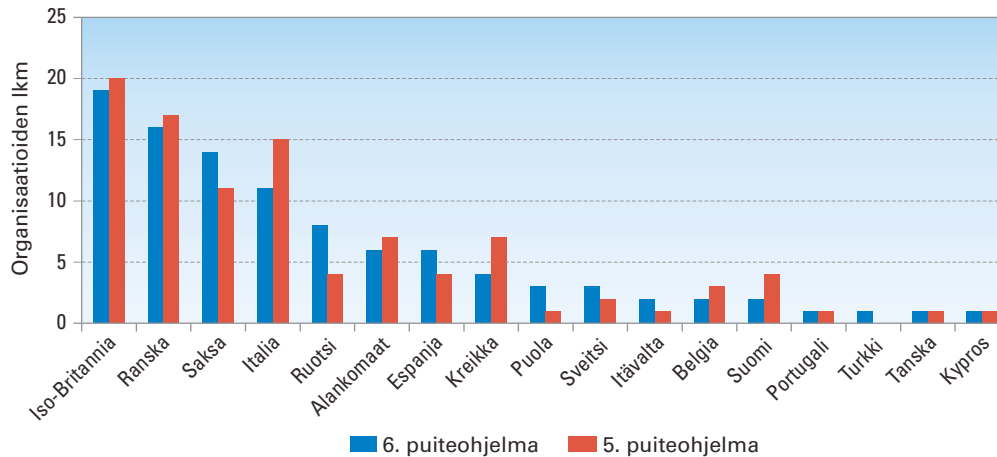


**Kuva 7. Osallistuminen Euroopan unionin ohjelmiin (osallistumiset tuhatta tutkijaa kohti).**  
Lähde: Euroopan komissio, (European Commission 2008).

ja tutkimus- ja tuotekehityspanostukseen suhteutettuna Suomi oli ERC-hauissa menestynein pohjoismaa.

Suomi sijoittuu eurooppalaisissa verkostoissa yhteistyösuhteiden määrällä mitaten keskuksen ulkopuolelle, joskaan ei varsinaiseen periferiaan, jossa

ovat Itä- ja Etelä-Euroopan maat. Keskeiset verkostot sijaitsevat Englannin, Ruotsin ja Sveitsin muodostaman kolmion sisällä, jolloin niihin kuuluvat näiden maiden lisäksi myös Saksa, Tanska ja Alankomaat (yliopistojen osalta ks. European Commission 2008, ss. 99–100).



**Kuva 8.** Maat, joissa Euroopan unionin tutkimuksen viidenteen ja kuudenteen puiteohjelmaan 100 eniten osallistunutta organisaatiota sijaitsevat. Lähde: Euroopan komissio, (European Commission 2008).

Erityisesti puiteohjelmat merkitsevät niihin osallistuville organisaatioille verkottumista ja sen kehittämistä. Verkottumisnäkökulmasta organisaatio on tärkeä, jos sillä on keskeinen asema verkostossa. Keskeisyyden käsite määrittyy yhtäältä niiden projektien lukumäärällä, joihin organisaatio osallistuu ja kumppaniorganisaatioiden suhteellisella asemalla niiden omissa verkostoissa.

EU-maiden osallistumista tutkimuksen viidenteen ja kuudenteen puiteohjelmaan voidaan arvioida sen mukaan, kuinka monta ohjelmien keskeistä organisaatiota näissä maissa on. Kuvassa 8 on esitetty sadan keskeisimmän organisaation maajakauma. Suomella oli kaksi organisaatiota tutkimuksen kuudenteen puiteohjelman sadan keskeisimmän organisaation joukossa.

Humanististen ja yhteiskuntatieteellisten alojen kansainvälisen yhteistyön ajurit poikkeavat jossain määrin esimerkiksi perusluonnontieteiden yhteistyön lähtökohdista. Niiden tutkimuskohteet ovat useammin kansallisia ja ne julkaisevat keskimääräistä enemmän kansallisilla kielillä johtuen niiden roolista oman yhteiskunnan ja kulttuurin kehittäjinä.

Näistä lähtökohdista käsin on mielenkiintoista tarkastella näiden alojen eurooppalaista yhteistyötä ja Suomen asemaa siinä julkaisutietojen valossa (Gingras & Heilbron 2009). Yleisenä piirteenä voidaan todeta, että eurooppalaisen yhteistyön ja eurooppalaisten tutkijoiden yhteistyön osuus aasialaisten ja australialaisten tutkijoiden kanssa on lisääntynyt, kun taas eurooppalaisten tutkijoiden yhteistyön osuus Pohjois-Amerikkaan on vähentynyt. Yli 80 prosenttia Euroopan (EU) sisäisestä yhteistyöstä tapahtuu näiden alojen ”neljän suuren” (suuruusjärjestyksessä Iso-Britannia, Saksa, Alankomaat ja Ranska) välillä. Suomi kuuluu niiden maiden (Espanja, Ruotsi ja Norja) joukkoon, jotka ovat vahvistaneet erittäin vahvasti asemiaan eurooppalaisessa julkaisuyhteistyössä.

Suomalaisten humanististen ja yhteiskuntatieteiden tutkijoiden eurooppalainen yhteistyö on monipuolistunut valtavasti viimeisten viidentoista vuoden aikana. Vuosina 1980–1993 suomalaiset tutkijat julkaisivat yli 25 artikkelia yhteistyössä vain ruotsalaisten ja englantilaisten kanssa. Kun vuosilta 1994–2006 selvitettiin eurooppalaista julkaisuyhteistyötä (yli 50 julkaisua), suomalaisten verkostoon kuuluivat Ruotsin ja Ison-Britannian ohella myös Tanska, Norja, Sveitsi, Espanja, Ranska, Italia, Saksa ja Alankomaat (Gingras & Heilbron 2009).

### 3.6 Kansainvälistymisen indikaattoreista

Kansainvälistymisen indikaattorit ovat olleet Suomessa varsin kehittymättömät. Tämä on aiheuttanut tietojen puutteesta johtuvia näkemuseroja ja vaikeuttanut Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistymisen laajuuden, väylien ja tason seurantaan sekä sen myötä tiedepoliittisten toimenpiteiden suunnittelua. Akatemian teettämässä selvitystyössä (Ahonen ym. 2009) on tarkasteltu mahdollisia indikaattoreita.

Temaattisesti indikaattorit voidaan jakaa neljään ryhmään

- tieteellisen julkaisutoiminnan kansainvälistyminen
- kansainvälinen liikkuvuus ja vierailut
- kansainvälisen tiederahoituksen hankkiminen
- muu kansainvälinen verkottuminen.

Tärkeänä on pidettävä sitä, että valittavien mittareiden avulla voidaan kansainvälistymiskehityksessä erotella tutkimustyön laadukkuus, kun tarkastellaan muun muassa julkaisutoimintaa, kansainvälisistä lähteistä saatua tai kansainvälisesti arvioitua rahoitusta tai kansainvälisiä kontakteja ja verkottumista.

Tieteellisen toiminnan tuloksia ja laajuutta indikoivat muun muassa suomalaisten julkaisujen lukumäärä kansainvälisissä sarjoissa ja konferenssijulkaisuissa sekä kansainvälisten yhteisjulkaisujen lukumäärä. Suhteellisenä laatumittarina oleelliseen vertailuryhmään verrattuna voidaan käyttää suomalaisten julkaisujen viittauskertymien suhdetta OECD-maiden keskimääräiseen arvoon.

Suomen tieteellistä houkuttelevuutta kuvaavat ulkomaalaisten varttuneiden tutkijoiden yli kuukauden vierailut Suomeen sekä ulkomaalaisten professoreiden ja ulkomaalaisten jatko-opiskelijoiden määrä Suomessa. Suomalaisten varttuneiden tutkijoiden yli kuukauden vierailut ulkomailla kuvaavat myös suomalaisen tutkimuksen kansainvälistymistä.

Kansainvälisesti yhteisrahoitteisten tieteellisten hankkeiden määrä kuvaa globaalia verkottumista ja EU-puiteohjelmarahoituksen määrä kuvaa suomalaisen tutkimuksen eurooppalaista verkottumista. Suomalaisen tutkimuksen laatua kuvaa ulkomaisen kilpaillun perustutkimusrahoituksen määrä suoma-

laisissa organisaatioissa. Väitöskirjojen ulkomaisten tarkastajien määrä voi olla tärkeä kansainvälisen verkottumisen mittari määrätyillä tieteenaloilla.

### 3.7 Kansainvälistymisen tulevaisuuden muutoksia

Kansainvälisyyden maisema on tänään aivan erilainen kuin vielä 15 vuotta sitten. Taloudelliset ja poliittiset rakenteet sinällään kannustavat kansainvälistymiseen ja rahoitus on sen myötä moninkertaistunut. Tutkimusrahoituksessa suositaan kansainvälisesti meritoituneita tutkijoita. Kansainvälisyys kuuluu luontevana osana tutkijan ammattiin jo nuorena. Tämä on johtanut myös siihen, että tutkimusrahoituksessa on siirrytty pitkälti yksittäisistä tukimuodoista rakenteelliseen kansainvälistymisen edistämiseen.

Tutkijayhteisöissä kansainvälistyminen nähdään yhä enemmän tutkimuksen perustyövälineenä. Tieteenalakohtaisesti tarpeet eriytyvät. Lähes kaikilla aloilla verkottumisen rooli tiedeyhteisöissä vahvistuu: se nähdään tiedon lähteille pääsynä ja tiedonjakamisen menetelmänä. Tutkijat tunnistavat tässä nk. hiljaisen tiedon merkityksen. Se mahdollistaa tutkijoille vahvemmat asemat myös rahoituksen hankinnassa, kun yhä kasvava osa rahoituksesta on organisoitu ohjelmatyypiseksi rahoitukseksi.

Tiedepolitiikassa voimistuvat maiden ja tiedeinstituutioiden pyrkimykset lisätä kansainvälistä houkuttelevuuttaan. Maahanmuuttopolitiikan asema vahvistuu, kun siinä joudutaan toimimaan monilla eri hallinnonaloilla toimenpiteiden yhtenäistämiseksi. Tutkijoiden liikkuvuutta helpotetaan ja liikkuvuusstrategioita laaditaan useissa maissa, kun globaali kysyntä korkeatasoisista tutkijoista kasvaa. EU:n rooli pelisääntöjen laadinnassa ja myös rahoituksessa vahvistuu.

Tutkimusinfrastruktuurien saatavuus ja taso vaikuttavat yhä enemmän maiden ja laitosten houkuttelevuuteen. Kansainvälinen yhteistyö infrastruktuurien rakentamisessa ja käytössä lisääntyy. Maat ja maaryhmät tekevät yhä enemmän yhteistyötä infrastruktuuripolitiikassa. Suomen kannalta merkityksellisiä ovat EU-yhteistyön tiivistyminen ja pohjoismainen yhteistoiminta.

Kansainvälisenä yhteistyönä toteutetut tutkimusohjelmat saavat yhä merkittävämmän roolin. Tutkimus- ja yliopistoyhteistyön merkitys kehityspolitiikassa erityisesti EU:n tasolla ja EU:n jäsenmaissa kasvaa. Yhteisiä globaaleja haasteita, kuten ilmastonmuutosta, ympäristöä, energiaa, väestöliikkeitä, terveyttä ja turvallisuutta, koskeva globaali ja alueellinen tutkimusyhteistyö voimistuu varsinkin kun Yhdysvallat aktivoituu uudelleen kansainvälisessä tiede- ja teknologiapolitiikassa. BRIC-maiden (Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina) suhteellinen asema kansainvälisessä yhteistyössä yleensä ja myös tieteessä ja teknologiassa erityisesti vahvistuu edelleen.

### 3.8 Johtopäätökset

Yhdysvaltain ja Euroopan osuudet maailman tutkimus- ja kehittämisinvestoinneista ovat vähentyneet, kun taas Aasian ja siellä erityisesti Kiinan osuus on kasvanut nopeasti. Kiinan perustutkimusten määrä on jo ohittanut ja tohtoritutkimusten määrä on juuri ohittamassa Yhdysvaltojen vastaavat määrät. Yhdysvalloissa tieteen jälkikasvu on vahvasti riippuvainen erityisesti aasialaisista opiskelijoista ja kysyntä on huomattava myös Euroopassa. On odotettavissa, että Aasian maiden opiskelijoista entistä pienempi määrä siirtyy Yhdysvaltoihin, jonka tutkijatarve nousee voimakkaasti seuraavan vuosikymmenen aikana. Globaalien työmarkkinoiden olosuhteissa kilpailu huippuosaamisesta kasvaa maailmanlaajuisesti ja tutkijaliikkuvuuden rakenteet muuttuvat olennaisesti. Tutkimusjärjestelmien houkuttelevuuteen joudutaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota.

Yhdysvaltojen asema on edelleen vahva ja osin ylivoimainen, kun tarkastellaan tutkimuksen tieteellistä vaikuttavuutta (scientific impact); muista maista vain Sveitsi yltää yhtä korkealle tasolle. Viimeisten 20 vuoden aikana monet maat, erityisesti Australia ja Kanada sekä pienet EU-maat Alankomaat, Tanska, Ruotsi ja Suomi, ovat lähestyneet Yhdysvaltojen tasoa.

Kansainvälistymisen haasteisiin pyritään vastaamaan uusilla tiedepolitiikan painotuksilla ja instrumenteilla. Niistä tärkeimpiä ovat tieteellisen laadun (scientific excellence) kehittäminen, tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuden parantaminen, kansainvä-

lisenä yhteistyönä tehtävän tutkimuksen vahvistaminen sekä liikkuvuuden kehittäminen.

Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistyminen on poikkeuksellisen vähäistä, kun otetaan huomioon sen resurssit ja kehitystaso. Kansainvälistymistä tarkastellaan kolmesta näkökulmasta: ulkomainen rahoitus, liikkuvuus ja verkostoituminen sekä tieteellinen julkaisu- ja yhteistyö.

Ulkomaisessa rahoituksessa Euroopan unioni on ylivoimaisesti tärkein rahoituslähde. Tekniikassa sen osuus on yli 90 prosenttia ja luonnontieteissä ja yhteiskuntatieteissä 85–90 prosenttia.

Liikkuvuus, kuten kansainvälinen yhteistyö yleensäkin, on erityisen tärkeää pienille maille. Vuonna 2006 Suomessa työskennelleistä tutkijakuntaan kuuluvista vain noin kolme prosenttia oli muissa maissa syntyneitä, kun EU 27 -maiden keskiarvo oli 10 prosenttia ja monissa suhteissa Suomeen verrattavien Irlannin, Ruotsin, Itävallan ja Alankomaiden yli 10 prosenttia. Yliopistojen kansainväliset opettaja- ja tutkijavierailut kasvoivat 1990-luvun ajan, mutta lähtivät edelleen jatkuvaan laskuun vuosikymmenen vaihteessa.

Ulkomaalaisten jatko-opiskelijoiden määrät ovat kasvaneet jatkuvasti viimeisen 15 vuoden ajan. Suomalaisten jatko-opiskelijoiden työskentelystä muissa maissa ei ole saatavissa tarkasti esitettävää tietoa, mutta rahoittajien ja tutkijakoulutettavien kokemusten perusteella voidaan päätellä, että opiskelu ulkomailla on vähentynyt merkittävästi 2000-luvun alkuvuosista lähtien.

EU-yhteistyön merkitys näkyy vahvasti suomalaisten tutkijoiden kansainvälisessä yhteisjulkaisemisessa. Yhteisjulkaiseminen EU 25 -maiden tutkijoiden kanssa edustaa 55 prosenttia kaikesta yhteisjulkaisemisesta, kun vastaava luku Yhdysvaltain kanssa on noin 14 prosenttia.

EU-yhteistyön merkitys on kaikilla tieteenaloilla erittäin suuri. Se on monipuolistanut suomalaisten tutkijoiden yhteistyömaiden joukkoa käänteentekevästi. Tästä näkökulmasta tarkasteltuna kiinnittää erityistä huomiota se, että Suomen osallistuminen EU:n tasolla koordinoitaviin ohjelmiin (kuten puiteohjelmat ja COST) on tutkijamäärään suhteutettuna ja muihin EU-maihin verrattuna niin vähäistä.



Kansainvälistymisen indikaattorit ovat Suomessa hyvin kehittymättömät, mikä vaikeuttaa kehityksen seuranta ja tiedepoliittisten toimenpiteiden suunnittelua. Akatemia on tehnyt perusselvityksen indikaattoreista, jotka jaetaan neljään ryhmään: teellisen julkaisutoiminnan kansainvälistyminen, kansainvälinen liikkuvuus ja vierailut, kansainvälisen tiederahoituksen hankkiminen sekä muu kansainvälinen verkottuminen.

## LÄHTEET

- Ahonen, Paavo-Petri, Mari Hjelt, Erkki Kaukonen & Pia Vuolanto (toim.): Internationalisation of Finnish scientific research. Publications of the Academy of Finland 7/2009.
- European Commission 2007. Towards a European Research Area: Key Figures 2007, EC Brussels 2007.
- European Commission 2008. A more research-intensive and integrated European Research Area: Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008/2009. EC Brussels 2008.
- Gingras, Yves & Johan Heilbron 2009: L'internationalisation de la recherche en sciences sociales et humaines en Europe (1980–2006). Teoksessa Sapiro, Gisele (ed.): L'espace intellectuel en Europe: De la formation des États-nations à la mondialisation. XIX-XXI siècles. La Decouverte, Paris 2009.
- Green Paper 2007. The European Research Area: New Perspectives. EC Brussels 2007.
- Hakala J. & E. Kaukonen & M. Nieminen & O.-H. Ylijoki: Yliopisto – tieteen kehdestä projektimyllyksi? Gaudeamus, Helsinki 2003.
- International Research Cooperation in the Nordic Countries. Report 2 from NORIA-net Nordic Bibliometrics Network (painossa).
- Lehvo, Annamajja & Anu Nuutinen 2006. Finnish science in international comparison. A bibliometric analysis. Suomen Akatemian julkaisu 15/2006.
- National Science Board 2008. Science and Engineering Indicators 2008. Arlington 2008.
- OECD 2007. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007: Innovation and Performance in the Global Economy. OECD 2007.
- OECD 2008a. OECD Science, Technology and Industry Outlook. OECD 2008.
- OECD 2008b. The Global Competition for Talent: Mobility of the Highly Skilled. OECD 2008.

## 4 TIEDE YHTEISKUNNASSA

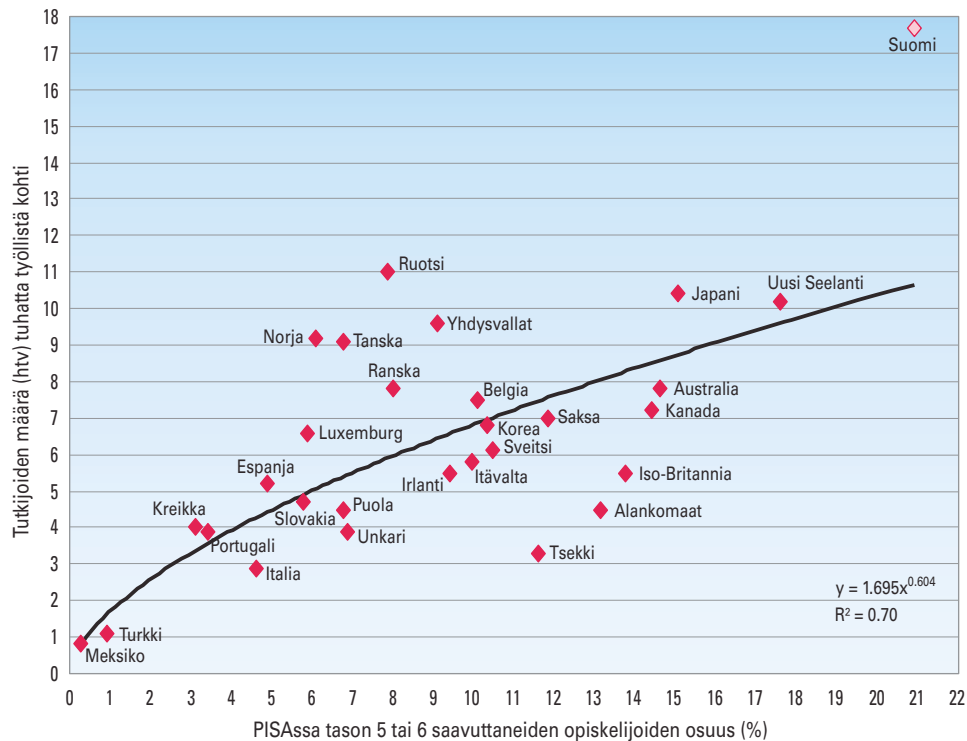
Tieteen asema yhteiskunnassa on muuttunut ja vahvistunut olennaisesti viime vuosikymmenien aikana. Merkittävä osa maailman maista on siirtynyt tietoperustaiseen (knowledge-based) taloudelliseen kehitykseen. Näissä maissa taloudellinen kasvu ja tuottavuus ovat yhä enemmän riippuvaisia korkeatasoisesta koulutuksesta ja tieteestä sekä uuden teknologian kehittämisestä ja sen innovatiivisesta käytöstä. Kansainvälisissä kilpailukykyvertailuissa Suomen erityisiä vahvuuksia ovat erinomainen koulutusjärjestelmä, korkeatasoiset tutkijat ja teknologian kehittäminen määrättyillä aloilla.

Hyvän koulutusjärjestelmän merkitys tieteellisen tutkimuksen kehitykselle käy ilmi kuvasta 1. Eri maiden 15-vuotiaiden koululaisten luonnontieteellisen osaamisen ja maan tutkijaintensiivisyyden välillä ei luonnollisestikaan ole mitään suoraa syy-seuraus-

suhdetta. Kuva osoittaa kuitenkin osaltaan sen, että suomalaisessa yhteiskunnassa arvostetaan tieteellistä tutkimusta.

Suomessa on tähän saakka ollut mahdollista saada lahjakkaita nuoria lähtemään tutkijanuralle, eikä meillä ole ollut tässä suhteessa merkittäviä laajamittaisia ongelmia kuten esimerkiksi Yhdysvalloissa, Japanissa ja monissa Euroopan maissa. Rekrytointipohjassa saattaa kuitenkin olla tapahtumassa muutos.

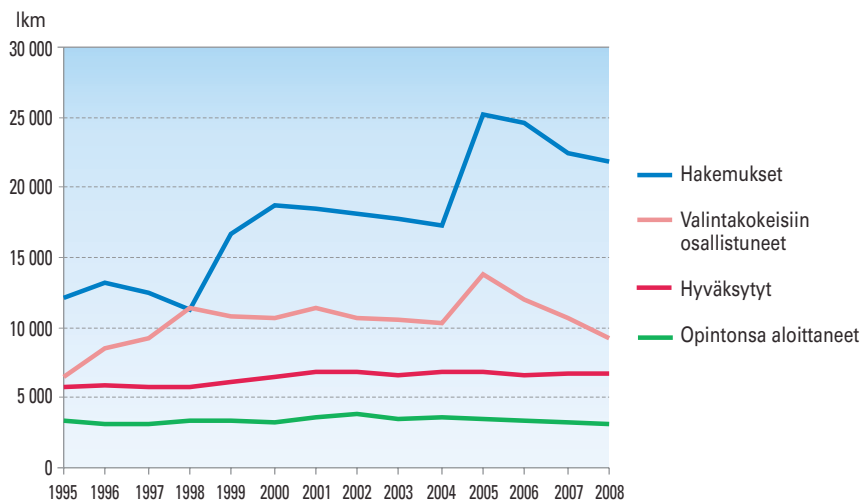
Nämä nuoret ovat 18–19-vuotiaita vuonna 2009 ja tekemässä uravalintojaan. Vaikka Suomessa PISA-tulokset ovat huippuluokkaa, OECD-maiden keskiarvoa pienempi osa oppilaista odottaa olevansa tiedeuralla 30-vuotiaana (kuva 2). Kun tarkastellaan yliopistoihin luonnontieteellisille koulutusaloille hakeneita, hyväksytyttä ja opintonsa aloittaneita (kuva 3), havaitaan, että uusien opiskelijoiden



**Kuva 1.** Huipputulosten osuus PISA-tutkimuksessa ja tutkijoiden lukumäärä tuhatta työllistä kohti OECD-maissa. Lähde: OECD 2008.



**Kuva 2.** Yläasteen oppilaiden PISA-tulokset ja niiden osuus, jotka odottavat olevansa luonnontieteisiin liittyvällä (science-related) uralla 30-vuotiaana. *Lähteet: PISA 2006, OECD 2008.*



**Kuva 3.** Yliopistojen luonnontieteellisille koulutusaloille pyrkineet, hyväksytyt ja opintonsa aloittaneet vuosina 1995–2008. *Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.*

määrässä on tapahtunut muutos. Vuonna 2002 uusia opiskelijoita oli lähes 3 900 ja vuonna 2008 noin 2 800: uusien määrä on vähentynyt noin 28 prosentilla.

Vahvistuvien keskinäisriippuvuuksien maailmassa korostuvat teknis-taloudellisen asiantunteumuksen ohella erityisesti kulttuurinen lukutaito ja yhteiskunnallisen kehityksen hallinta. Tutkimustiedon merkitys näyttöön perustuvassa päätöksenteossa (evidence-based policies) on kasvanut kaikilla yhteiskuntapolitiikan aloilla: vain korkeatasoiseen tieteelliseen tutkimukseen perustuva tieto mahdollistaa kestävän päätöksenteon talouspolitiikan, terveyspolitiikan, sosiaalipolitiikan, ympäristöpolitiikan sekä energia- ja ilmastopolitiikan kaltaisilla aloilla (ks. viimeaikaisesta kehitystyöstä DIUS 2008 ja Royal Society 2008).

Jatkossa tarkastellaan tieteen asemaa suomalaisessa yhteiskunnassa kolmesta näkökulmasta

- Kansalaisten tiedonsaanti tieteestä ja tieteen ymmärrys (tieteellinen lukutaito)
- Tieteellinen tutkimus näyttöön perustuvassa päätöksenteossa
- Tieteellisen tutkimuksen vaikuttavuus.

#### 4.1 Tiede kansalaisten mielipiteissä ja asenteissa

Suomalaisessa kulttuurissa on perinteisesti vallinnut vahva luottamus tiedon ja oppimisen merkitykseen kansalaisen ja kansakunnan elämässä. Suomalaiseen kulttuuriin ei ole kuulunut sellaisia elementtejä (kulttuurisia tai uskonnollisia käsityksiä), jotka olisivat aktiivisesti vastustaneet tieteellisen tiedon hankkimista tai asettaneet sen alempiarvoiseen asemaan suhteessa muihin tiedon muotoihin.

Tutkimustiedon pohjalta voidaan päinvastoin todeta, että erityisesti kansallisen sivistysprojektin alusta lähtien 150 vuotta sitten tieteellinen koulutus ja tutkimus sekä sen tulokset ovat kuuluneet keskeisenä osana suomalaiseen sivistyskäsitykseen. Käsitys ei ole ollut yksinomaan eliitin omaksuma, vaan se on saanut alusta lähtien vahvan kaikupohjan muun muassa kansanliikkeisiin nojaavassa sivistystyössä. Perustekijöitä tässä kehityksessä ovat olleet jo varhain hyvin laajalle levinnyt lukutaito sekä tiedon aktiivinen käyttö kansakunnan muodostamisessa ja valtion rakentamisessa.

Nykyisin tieteellisesti koetellun ja arvioidun tiedon asema on yhtäältä hyvin vahva, mutta toisaalta se joutuu kilpailemaan ”tietona” esitettyjen mielipiteiden, oppien ja asenteellisten näkemysten kanssa ehkä ankarammin kuin koskaan ennen. Tietoverkot ovat mahdollistaneet erityyppisen informaation nopean saatavuuden. Ne eivät kuitenkaan toimi käytännössä enää pelkästään informaation hakuvälineinä, vaan niitä voidaan pitää luotettavina tiedon lähteenä huolimatta niiden tunnetusta kirjavuudesta. Tämä hämärtää tiedon rajoja ja aiheuttaa lisääntyvässä määrin eettisiä ongelmia tieteellisessä koulutuksessa ja tutkimustiedon esittämisessä.

Kun nykyään verrataan eurooppalaisten käsityksiä tieteestä ja teknologiasta ja niiden yhteyksiä kansalaisten arvoihin (European Commission 2005a, 2005b ja 2007), huomataan, että Suomi muodostaa yleisesti yhdessä muiden pohjoismaiden ja Alankomaiden kanssa maaryhmän, joiden kansalaisilla on parhaat tiedot luonnontieteen perusteista. Suomalaisilla on hyvin positiivinen käsitys tutkijoista sekä uusia tuotteita kehittävästä teollisuudesta. Suomalaiset (64 %) uskovat selvästi keskimääräistä (50 %) enemmän siihen, että tieteellinen perustutkimus on olennaista uusien teknologioiden kehittämisen kannalta. Suomalaisista jossain määrin eurooppalaista keskimäärää useampi henkilö (80 %) on sitä mieltä, että tiede ja teknologia tulevat parantamaan tulevien sukupolvien elämää.

Suomalaiset luottavat erittäin vahvasti asiantuntijoihin. He ovat keskimääräistä enemmän sitä mieltä, että poliitikkojen tulisi luottaa nykyistä enemmän tutkijoiden näkemyksiin ja neuvoihin. Suomalaiset (83 %) ovat selkeästi sitä mieltä, että päätökset tieteen ja teknologian suunnasta pitäisi perustua asiantuntijoiden, ei tavallisten kansalaisten, arvioihin ja näkemyksiin hyödyistä ja riskeistä. He luottavat vahvasti tutkimuksen vapauteen, mutta edellyttävät, että tutkijat noudattavat määriteltyjä eettisiä standardeja.

Suomalaiset ovat huomattavasti keskimääräistä kiinnostuneempia seuraamaan tiedettä koskevia uutisia kuin eurooppalaiset keskimäärin (Suomi: 43 %, EU27: 31 %). Suomen tiedebarometrissa jopa 72 prosenttia haastatelluista oli hyvin tai melko kiinnostunut seuraamaan tieteeseen ja tutkimukseen liittyviä asioita (Tiedebarometri 2007).

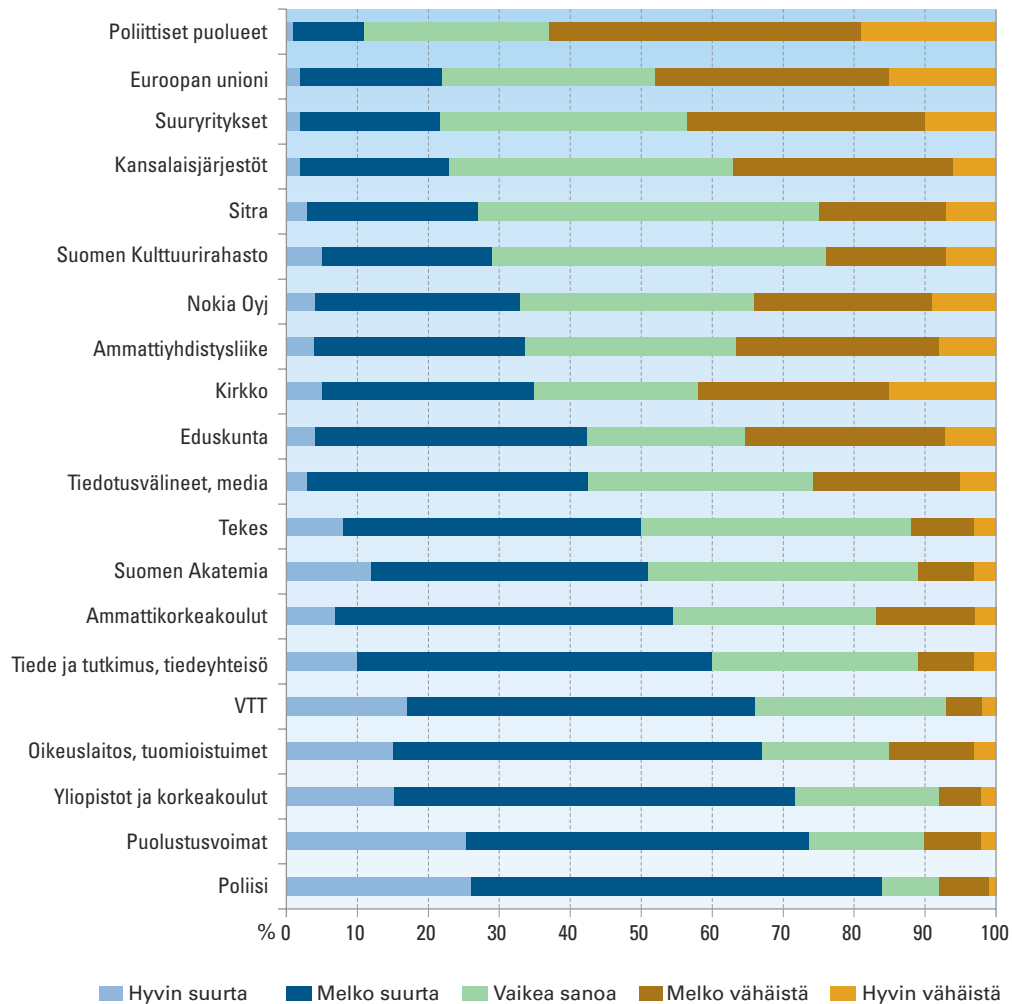
Suomalaiset tuntuvat olevan kaikkein tyytyväisimpiä Euroopassa siihen, kuinka hyvin he saavat median kautta tietoa tieteellisestä tutkimuksesta (European Commission 2007). Suomalaiset saavat tietoa tieteestä erityisesti sanomalehdistä, joista tietoa luetaan ylivoimaisesti useimmin muihin EU-maihin verrattuna.

Suomalaiset tuntevat merkittävän suurta luottamusta tieteeseen instituutiona, mikä käy ilmi kuvasta 4.

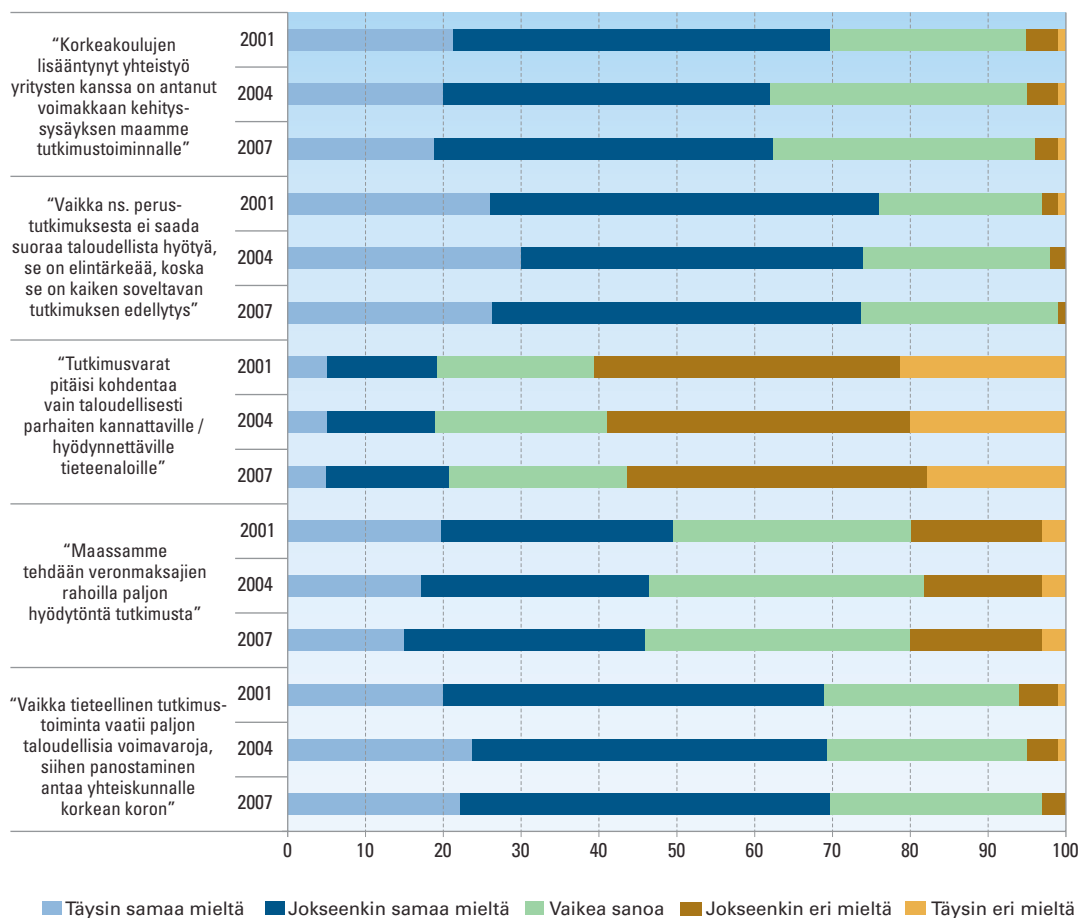
Luottamus kaikkiin tieteeseen ja tutkimukseen liittyviin instituutioihin (yliopistot ja korkeakoulut,

tiede ja tiedeyhteisö, Suomen Akatemia, VTT ja Tekes) on lisääntynyt 2000-luvun alusta lukien. Suomalaiset arvioivat vuonna 2007 selvästi useammin kuin vuonna 2001, että tiede kykenee ratkaisemaan suuria yhteiskunnallisia ongelmia (kuten energia, ympäristö, ilmastonmuutos, ravinnontuotanto ja suuret maailmanlaajuiset taudit).

Suomalaiset suhtautuvat hyvin myönteisesti tieteellisen tutkimuksen rahoitukseen ja näkevät sen tuottavan yhteiskunnalle ”korkean koron”. Lähes kaksi kolmesta kansalaisesta tukee perustutkimuksen rahoitusta.



**Kuva 4.** Kuinka suurta luottamusta tuntee yhteiskunnan eri instituutioita kohtaan (%). Kyselytutkimus suomalaisille vuonna 2007, vastaajia 1 078. Lähde: Tiedebarometri 2007.



**Kuva 5.** Suhtautuminen tieteen rahoitusta ja sen kohdentamista koskeviin väittämiin. Kyselytutkimus suomalaisille vuonna 2007. Lähde: Tiedebarometri 2007.

Eurooppalaisessa tutkimuksessa (European Commission 2005a) selvitettiin nuorten asenteita tieteeseen. Suomalaiset nuoret poikkeavat eräin osin merkittävästi muiden EU 27 -maiden nuorista. Suomalaiset uskovat vahvemmin siihen, että tiede tuottaa enemmän hyötyjä kuin haittoja. He pitävät tutkijoita ihmisinä, jotka omistavat työnsä ihmiskunnan hyväksi eivätkä aiheuta vaaroja yhteiskunnalle, huomattavasti useammin kuin muut. He uskovat selvästi muita enemmän siihen, että tiede ja teknologia auttavat poistamaan maailman köyhyyttä ja nälkää sekä ratkaisemaan ihmiskunnan suuria ongelmia. Sen sijaan he uskovat merkittävästi muita eurooppalaisia vähemmän siihen, että tieteen tulisi palvella taloudellista kehitystä, yrityksiä tai tiedon ke-

hittymistä sinänsä. Kun nuorilta kysytään tieteellisten ja teknologisten innovaatioiden hyötyjä ja riskejä, suomalaiset näkevät niissä kaiken kaikkiaan eniten hyötyjä ja vähiten riskejä.

Suomalaisilla on parempi tietämys tieteestä ja he suhtautuvat tieteeseen, teknologiaan ja niiden mahdollisuuksiin selvästi myönteisemmin kuin eurooppalaiset ja amerikkalaiset keskimäärin (ks. National Science Board 2008). On oletettavissa, että keskeisiä syitä tähän ovat suomalaisten koulutustaso, tieteelliselle tiedolle myötämielinen koulujärjestelmä ja suomalaisessa kulttuurissa varsin vähävaikutteiset kulttuuriset ja uskonnolliset esteet tieteen hyväksytävyydelle.

Tulevaisuuden haasteet tässä suhteessa ovat kui-

tenkin suuret. Vaikka tieteestä tiedottamisessa ja yleisessä informoinnissa onkin vielä parantamista, näihin tulevaisuuden haasteisiin ei voida vastata vain tiedottamista ja popularisointia lisäämällä. Suomessa onkin jo siirrytty seuraavaan vaiheeseen, jota voi luonnehtia dialogiksi tieteen ja kansalaisten välillä. Tällöin kansalaiset voivat osallistua tutkijoiden kanssa yhteisiin keskusteluihin ja debatteihin kysymyksistä, joihin sisältyy vahva tieteellinen elementti (esimerkiksi lisääntymisbiologia ja -lääketiede, nanoteknologia ja monet ympäristökysymykset). Näitä kysymyksiä käsittelevään tutkimukseen ja kehittämistyöhön liittyy usein eettisiä kysymyksiä, joissa kansalaiset saattavat olla yhtä päteviä kuin tutkijat muotoilemaan kestäviä yhteisiä ratkaisuja.

Vielä kehittyneemmästä tutkijoiden ja kansalaisten suhteitten mallista on jo merkkejä myös suomalaisessa tutkimusjärjestelmässä. Kansalaiset ja järjestäytyneet ryhmät – erityisesti ne joita ao. kysymykset koskevat – ovat aktiivisesti mukana tutkimusagendojen muotoilemisessa ja tutkimusprosesseissa. Vuorovaikutus on suhteellisen pysyvää ja se lisää luottamusta ja yhteistä oppimista. Potilasryhmien ja -organisaatioiden rooli tämän päivän lääketieteellisessä tutkimuksessa on hyvä esimerkki, kuten myös kuluttajaryhmien rooli monilla aloilla.

#### 4.2 Tutkimustieto yhteiskunnallisessa päätöksenteossa

On luontevaa ajatella, että yhteiskunnalliset päätökset tehdään asioista mahdollisimman hyvin perillä ollen. Yleiseksi ongelmaksi saattaa muodostua se, että käytännön tieto, asiantuntijatieto, tutkimustieto sekä kansalaisten ja poliitikkojen näkemykset saattavat poiketa merkittävästikin toisistaan.

Tiedämme niin EU:n kuin Suomenkin tiedebarometreista, että 70–80 prosenttia kansalaisista haluaisi, että tieteelliseen tutkimukseen perustuvalla tiedolla olisi nykyistä merkittävämpi asema päätöksenteossa. Odotukset koskevat ennen muuta terveyttä ja elämää helpottavan tekniikan sekä suurten globaalien ongelmien – kuten energia, ympäristö, ilmastomuutos, nälkä, maailmanlaajuiset taudit ja köyhyys – kaltaisia asioita.

Yhteiskuntapoliittisen valmistelun ja päätöksenteon suhteet tutkimuskenttään ovat vaihdelleet.

Suomessa ne ovat olleet kovin erilaiset viidenkymmenen vuoden takaisen ”eliittitutkimusjärjestelmän”, 1970-luvun politiikkasuunnittelun ja 1990-luvulla alkaneen teknologiavetoisen kasvun aikana. Ne ovat nyt murroksessa, jota leimaavat muun muassa ilmastomuutoksen, energian, hyvinvointipalvelujen, osaamisen ja ympäristön kaltaiset kysymykset. Nyt tutkimus ymmärretään ennen muuta strategisena resurssina, ei niinkään yksittäisten yhteiskuntapoliittisten ongelmien ratkaisijana. Joka tapauksessa tutkimustiedon tarve on tunnistettu, samoin se, että tarvitaan uusia organisatorisia ratkaisuja sekä uudentyyppisiä strategioita.

Näyttöön perustuvan yhteiskuntapoliitiikan (evidence-based policy) keskeisenä menettelynä käytettiin Suomessa pitkään komiteatyötä. Sen puitteissa oli mahdollista arvioida asiantuntevasti olemassa olevan tutkimustiedon relevanssia ja uusien tutkimusten ja selvitysten tarvetta käsiteltävän politiikkauudistuksen kannalta: komiteoiden jäseniksi ja asiantuntijoiksi kutsuttiin alansa johtavia tutkijoita. Samalla politiikkasuunnittelijat perehtyivät keskustelujen kautta relevanttiin tutkimukseen. On mahdollista ja jopa todennäköistä, että komitealaitokseen sisältyneiden järjestelyjen lakkauttaminen on heikentänyt tutkimustiedon käyttöä päätöksenteossa.

Näyttöön perustuvan yhteiskuntapoliitiikan tavoitteena on saada aikaan parempia ja kestävämpiä politiikkalinjauksia ja -uudistuksia. Kaikki politiikkauudistukset perustuvat jonkinlaisille todisteille; näyttöön perustuvassa yhteiskuntapoliitikassa tämä näyttö on laadullisesti korkeinta mahdollista tasoa. Tällöin on mahdollista välttää helpommin lyhyen aikavälin poliittisista tai hallinnollisista paineista johtuvia kestävättömiä ratkaisuja.

Näyttöön perustuvan yhteiskuntapoliitiikan peruselementtejä ovat (ks. UK Cabinet Office 2001):

- olemassa olevan tutkimustiedon arviointi
- uuden tutkimustiedon hankinta
- asiantuntijoiden ja osallisten (stakeholders) kuuleminen
- vaihtoehtoisten politiikkatoimien luominen ja niiden tietoon perustuva arviointi.

Yhteiskuntapoliittisen valmistelun ja päätöksenteon suhteita tutkimuksen kenttään on viime vuosina tarkasteltu Suomessa ensi sijassa hallinnollisena raken-

nekysymyksenä. Siihen on sisällytetty muun muassa ministeriöiden sektoritutkimusrahoitus, valtion tutkimuslaitokset ja nyttemmin myös yliopistojen rakenteellinen kehittäminen.

Yhteiskunnan kehittämisen kannalta olennaista on se, että politiikkasuunnittelun käytössä on oikea-aikaisesti ko. kysymyksiä koskeva tieteellisesti koeteltu tutkimustieto. Tämän varmistamiseksi tarvitaan toiminnallista kehittämisprosessia, jonka tuloksena valtioneuvoston politiikkavalmistelun käytännöksi hyväksytään näyttöön perustuvan yhteiskuntapolitiikan periaatteet ja hyvät käytänteet.

Politiikkavalmistelun laadun kannalta on olennaista, että niissä organisaatioissa, joita pidetään ensisijaisina tutkimustiedon toimittajina, on riittävän korkeatasoiset tieteelliset valmiudet. Ne kysymykset, joiden eteen politiikkasuunnittelu kaikissa maissa joutuu – ilmastonmuutos, energia, ympäristö, väestö, osaaminen ja terveys – vaativat parhainta mahdollista tieteellistä asiantuntemusta ja tietopohjaa.

### 4.3 Tutkimuksen ja tutkimusrahoituksen vaikuttavuus

Kehittyneiden maiden tiede- ja teknologiapoliitiikassa ovat viime vuosien aikana voimistuneet tehokkuus- ja vaikuttavuustavoitteet. Vaikuttavuuden osoittamisen metodologisia ja käytännöllisiä ongelmia pyritään ratkaisemaan kansainvälisesti ja eri maiden tarpeista lähtien (OECD 2008, Kanninen & Lemola 2006).

Tyypilliset tunnistetut tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan taloudellis-yhteiskunnalliset vaikutukset voidaan kiteyttää seuraavasti (OECD 2008):

- taloudelliset vaikutukset
- kulttuuriset vaikutukset: kansalaisten tiedeymmärrys, intellektuaaliset taidot, asenteet, arvot, uskomukset ja intressit
- yhteiskunnalliset vaikutukset: käyttäytyminen, toimintatavat, kulutus, työ, hyvinvointi
- vaikutukset poliittiseen päätöksentekoon: päätöksentekomekanismit, näyttöön perustuvat yhteiskuntapolitiikat, vaihtoehtoisten toimintalinjojen ja -tapojen tuottaminen
- organisatoriset vaikutukset: toiminnan tehostaminen ja parantaminen, työprosessit ja inhimillisten voimavarojen käyttö

- terveysvaikutukset: eliniän pituus, sairauksien ehkäisy ja hoito, terveydenhuoltojärjestelmät ja käytännöt
- ympäristövaikutukset: luonnonvarojen hyödyntäminen, ympäristönsuojelu, ympäristön tilan kohentaminen
- koulutusvaikutukset: koulutetun työvoiman määrä ja laatu, opetusmenetelmät, pedagogiikka.

Suomessa on muodostettu tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuudesta yhtenäinen näkemys ja esitystapa, *vaikuttavuuskehikko* (Lemola ym. 2008). Vaikuttavuuden tarkastelu ja arviointi kohdistuu yhteiskunnan keskeisille osa-alueille ja ne tukevat tärkeiden yhteiskuntapolitiittisten tavoitteiden toteutumisen seuranta.

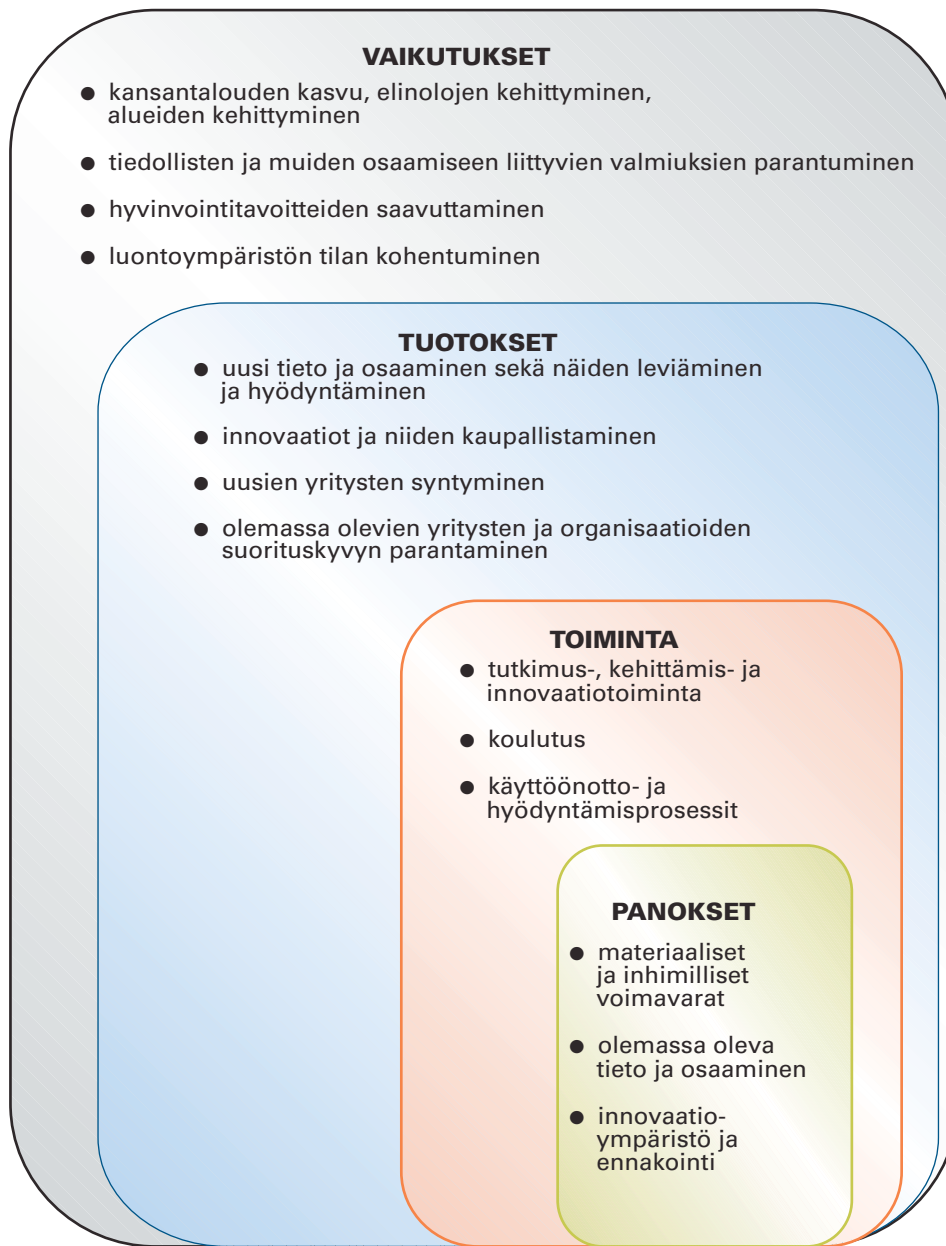
Vaikuttavuuskehikossa edetään vaikutuksista panoksiin, etsitään vastauksia kysymykseen, millaisia vaikutuksia tieteeltä, teknologialta ja innovaatiotoiminnalta odotetaan. Täten se tarjoaa mahdollisuuden tarkastella vaikutuksia osana tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan strategista kehittämistä.

Niitä yhteiskunnan keskeisiä osa-alueita, joiden suhteen tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia tarkastellaan, kutsutaan *vaikuttavuusalueiksi*. Kunkin vaikuttavuusalueen sisällä indikaattoreina tarkastellaan panoksia, tuotoksia, toimintoja, prosesseja ja taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia koskevia tietoja.

Potentiaalisia vaikuttavuusalueita on runsaasti ja demokraattisessa yhteiskunnassa yksittäisiä vaikuttavuusalueita voidaan painottaa ja jäsentää monin erilaisin tavoin. Kehittämistyössä lähdetään liikkeelle neljästä vaikuttavuusalueesta:

- *Talous ja uudistuminen*: Tämä vaikuttavuusalue kohdistuu tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan taloudellisiin vaikutuksiin, kuten talouden kasvuun, tuottavuuteen, kansainvälisen kilpailukykyyn, tuottantorakenteen uudistumiseen, kulutukseen ja ostovoimaan sekä työllisyyteen.
- *Oppiminen ja osaaminen*: Tämän alueen keskeisen sisällön muodostavat tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan voimavarat ja muut sellaiset tekijät, jotka luovat perusedellytykset muiden vaikutusten toteutumiselle. Avainkysymyksiä vaikuttavuuden kannalta on, miten korkeatasoinen koulutus- ja tutkimusjärjestelmä on ja





**Kuva 6.** Vaikuttavuuskehikon toimintalogiikka. Lähde: Lemola ym. 2008.

kuinka se on onnistunut luomaan suomalaisen yhteiskunnan kasvun, kehityksen ja sivistyksen edellyttämän osaamis pohjan.

- *Suomalaisten hyvinvointi:* Hyvinvoinnin käsite on hyvin moniulotteinen. Objektiviisen hyvinvoinnin tekijät kuten terveys, elinolot ja toimeen-

tulo sekä subjektiivisen hyvinvoinnin tekijät kuten sosiaaliset suhteet, itsensä toteuttaminen ja onnellisuus muodostavat haastavan kokonaisuuden. Peruskysymys on, kuinka tiede, teknologia ja innovaatiotoiminta on edistänyt suomalaisten hyvinvointia.

- *Ympäristö:* Keskeiset ympäristön tilaan liittyvistä ongelmista ovat peräisin yhteiskunnan toimintoista, jotka ovat olennaisesti muuttaneet luonnonsysteemien toiminnan reunaehdoja. Yleisesti ajatellaan, että ympäristöä koskeva tieteellinen tieto sekä teknologiset ja muut ympäristöinnovaatiot ovat osa ongelmanratkaisua. Ympäristö-ongelmien ratkaisun katsotaan myös tarjoavan hyviä uusia mahdollisuuksia innovatiiviselle liiketoiminnalle.

Vaikuttavuusalueet ovat osittain päällekkäisiä ja niiden välillä on monentyypisiä vuorovaikutus- ja riippuvuus-suhteita. Niihin kiinnitetään indikaattori-työssä erityistä huomiota. Suomen tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan indikaattoriraportin odotetaan valmistuvan vuonna 2010.

### **Kansallisten tutkimuksen huippuyksikköohjelmien vaikuttavuus**

Akatemian rahoittama tutkimus on aina vaikuttavaa, tieteellisesti ja vaikuttavuuden eri ulottuvuuksilla. Seuraavassa esitetään esimerkkeinä tutkimusrahoituksen vaikuttavuuden tavoista ja väylistä kahden rahoitusinstrumentin, huippuyksikköohjelman ja tutkimusohjelman, arvioituja ja ennakoituja vaikutuksia.

Suomessa muotoiltiin tutkimuksen lisärahoitusohjelman 1997–2000 mahdollistamana kansallinen huippuyksikköstrategia vuonna 1997. Strategian keskeisenä tavoitteena on ollut kehittää luovia tutkimusympäristöjä, joissa kansainvälisesti kilpailukyinen tutkimus on yhdistynyt korkeatasoiseen tutkijankoulutukseen.

Akatemia on toteuttanut kahden ensimmäisen huippututkimusohjelman 2000–2005 ja 2002–2007 vaikuttavuuden arvioinnin (Suomen Akatemia 2009a).

Huippututkimusohjelmien vaikuttavuudessa on kaksi keskeistä ulottuvuutta:

- vaikutus tutkimus- ja innovaatiojärjestelmään
- tutkimustoiminnan yhteiskunnallinen vaikuttavuus.

Itse tutkimustoiminnan kannalta merkittäviä vaikutuksia ovat olleet mahdollisuus avata kokonaan uu-

sia tutkimuslinjoja suomalaisessa tieteessä sekä mahdollisuus tieteelliseen riskinottoon.

Tutkimusryhmät ovat pystyneet kehittämään aitoja tutkimusstrategioita, joita on voitu toteuttaa monitieteisesti ja monipuolisesti verkottuneena niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin. Tutkimuksen uusiutumiskyky on kasvanut olennaisesti.

Tutkimustoiminnan kannalta merkittävää on se, että tutkimusryhmien houkuttelevuus niin tutkijakoulutettaville, senioritutkijoille ja post doc -tutkijoille on kasvanut merkittävästi. Huippuyksiköt ovat hyvin keskeisiä tutkijakoulujen toimijoita ja ne kouluttavat keskimääräistä enemmän uusia tohtoreita. Tutkijanurien kannalta merkittävin anti on kuitenkin niiden rooli siinä, että ne pystyvät antamaan nuorille post doceille vastuuta tutkimustyössä merkittävästi enemmän kuin normaalisti annetaan. Huippuyksiköiden rooli Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistämisessä on merkittävä: ne houkuttelevat ulkomaisia jatko-opiskelijoita jossain määrin keskimääräistä enemmän, mutta post doc- ja senioritutkijoita merkittävästi keskimääräistä enemmän. Kun globaali kilpailu lahjakkaista tutkijoista ja asiantuntijoista kovenee jatkossa (ks. luku IV), kansallisten houkuttelevuustekijöiden rooli innovaatiojärjestelmässä kasvaa: huippuyksiköt ovat Suomen kansainvälinen ”käyntikortti” sekä eurooppalaisessa että globaalissa mittakaavassa.

Kaksi koko tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän tulevaisuuden kannalta tärkeää prosessia etenevät huippuyksikköjen toiminnassa rinnakkain: yhtäältä järjestelmän toimijoiden profiloituminen ja toisaalta entistä tiiviimpi verkottuminen sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Profileituminen on erityisesti yliopistojen kannalta strategisesti keskeistä ja ne ovatkin pitäneet sitä arvioinnissa huippuyksikköjen ehkä tärkeimpänä kontribuutiona oman toimintansa kannalta.

Verkottuminen on tutkimuksen työnjaon ja tehostumisen sekä organisaatioiden profiloitumisen ohella keskeinen yhteiskunnallisen vaikuttavuuden kanava. Merkittävä huippuyksikköiden tutkimusyhteistyön piirre on, että ne tekevät yhteistyötä maailman parhaiden tutkijoiden ja tutkimusryhmien kanssa. Näin huippututkimusta tekevien yksiköiden kautta nämä yhteistyökanavat avautuvat myös muille suomalaisille tutkijoille.

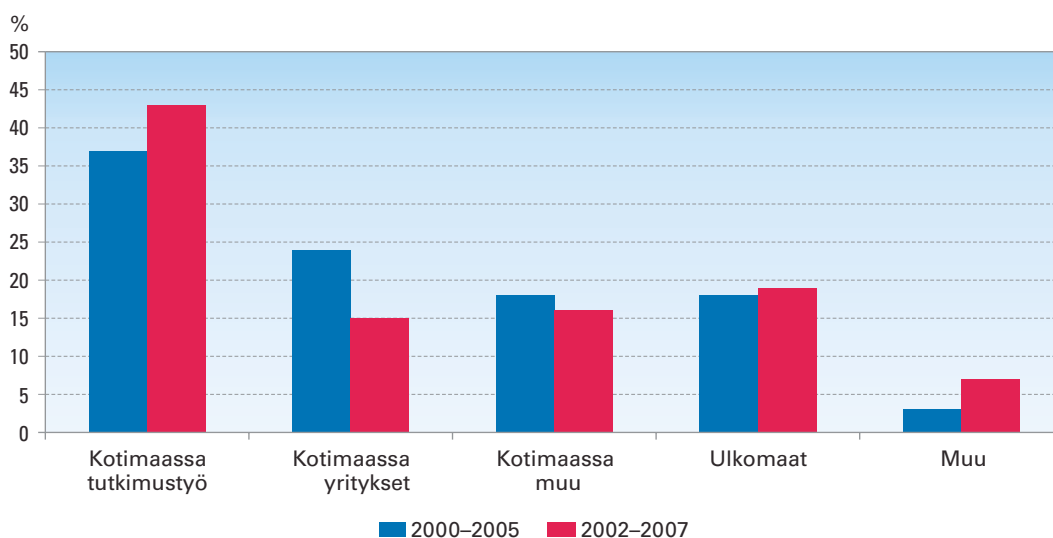
Yhteiskunnallisen vaikuttavuuden ja myös koko tutkimusjärjestelmän rakenteellisen kehittymisen kannalta tärkeää on huippuyksiköiden laaja verkottuminen ja yhteistyö sektoritutkimuslaitosten ja myös valtion viranomaisten kanssa. Tutkimusyhteistyön tulokset siirtyvät valtionhallinnon käyttöön. Yhteistyö on merkinnyt myös yhteistä aineistojen kokoamista ja huippututkijoiden toimimista moninaisissa valtionhallinnon asiantuntijatehtävissä.

Verkottuminen suoraan yritysten kanssa muodostaa tehokkaan kanavan yhteiskunnalliselle vaikuttavuudelle. Yritykset korostavat tässä yhteistyössä, että tieteellinen huippulaatu ja perustutkimus ovat myös yritysten odotuksia suomalaista huippututkimusta kohtaan. Useimmissa tapauksissa verkottuminen merkitsee sitä, että yrityksillä on mahdollisuus keskustella tutkimustyön suuntautumisesta ja tuloksista koko tutkimusprosessin ajan.

Tutkimuksen yhteiskunnallisen vaikuttavuuden syntymisen tärkeimpiä mekanismeja yritysten näkökulmasta on uusien asiantuntijoiden siirtyminen yrityksiin.

Kuvan 7 jakauma vastaa hyvin kaikista tutkijakouluista valmistuneiden jakaumaa, mikä on luonnollista sen takia, että huippuyksiköillä on merkittävä rooli tutkijakouluissa. Tohtoreita ja lisensiaatteja valmistui huippuyksiköistä vuosina 2000–2007 noin 1 000: huippuyksiköiden voidaan todeta olevan kansallisesti äärimmäisen merkittäviä yhteiskunnan osaamis pohjan varmistajana. Heistä 20–25 prosenttia siirtyi yrityksiin ja 16–18 prosenttia muualle työelämään, kuten hallintoon ja järjestöihin.

Huippuyksiköillä on yhteydet erittäin laajaan kirjoon yhteiskunnan toimijoita, jotka hyödyntävät tietoa. Yhteistyö sektoritutkimuksen ja virastojen kanssa on jo mainittu edellä. Yksiköiden tutkijoilla on huomattava määrä henkilökohtaisia vastuu tehtäviä, kuten eduskuntakuulemiset, neuvottelukunnat, toimikunnat, työryhmät sekä moninaiset kansainväliset asiantuntijatehtävät. Yhteiskunnallinen vaikuttavuus näkyy myös laajassa suurelle yleisölle suunnatussa populaarikirjallisessa toiminnassa, joita on liki 2 000 kappaletta.



**Kuva 7.** Huippuyksiköistä valmistuneiden tohtoreiden ja lisensiaattien sijoittuminen vuonna 2008. Lähde: Suomen Akatemia 2009a.



**Kuva 8.** Huippuyksikköpolitiikan muotoiluun tulevaisuudessa vaikuttavia tekijöitä. *Lähde: Suomen Akatemia, 2009a.*

### Tutkimusohjelmilla vaikuttavuutta

Suomen Akatemian tutkimusohjelmat uudistavat tieteellistä tutkimusta ja osaamista sekä tuottavat koordinoitusti uutta tietoa temaattisesti tai ongelmalähtöisesti rajatusta aiheesta. Ne ovat eri tieteenalojen tutkijoiden, tutkimustiedon käyttäjien ja tutkimuksen rahoittajien välisen kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön foorumi (Suomen Akatemia 2009b). Niiden tavoitteena on yhdistää korkea tieteellinen laatu ja pitkän aikavälin tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus. Ohjelmat ovat merkittävä väline Akatemian osallistumisessa yhteiskunnalliseen keskusteluun.

Tutkimusohjelmiin sisältyy entistä useammin tieteen yhteiskunnallisiin yhteyksiin liittyviä ulottuvuuksia ja haasteita. Yhteiskunnallinen vaikuttavuus on yksi ohjelmien lähtökohdista. Tällöin yhteistyöverkostot potentiaalisten hyödyntäjien kanssa ovat olennaisia. Niihin sisältyy usein myös kansalaiskeskustelun eri muotoja. Monilla tutkimuksen ja tutkimustiedon hyödyntämisen nopeasti kehittyvillä aloilla – kuten bio- ja nanotieteissä – ohjelmat käsittelevät myös tieteen eettisiä kysymyksiä. Kun nykyaikainen tutkimusohjelma toteutetaan entistä useammin kansainvälisenä yhteistyönä, myös erilaiset kansalliset ja kulttuuriset kontekstit muodostuvat tärkeiksi.

Tämän luvun lopussa esitetään viisi esimerkkiä Akatemian tutkimusohjelmien erilaisista tavoista vaikuttaa yhteiskuntaan.

### 4.4 Johtopäätöksiä

Suomen erityisiä vahvuuksia kansainvälisissä kilpailukykyvertailuissa ovat koulutusjärjestelmä, tutkijoiden saatavuus ja teknologian kehittäminen määrättyillä aloilla.

Suomessa ei ole ollut tähän saakka vaikeuksia saada lahjakkaita nuoria lähtemään tutkijanuralle. PISA-tutkimukset osoittavat sen, että 15-vuotiaiden luonnontieteelliset tiedot ovat Suomessa maailman kärkeä. Viimeaikaiset tiedot viittaavat kuitenkin siihen, että tässä suhteessa olisi ainakin luonnontieteissä tapahtumassa radikaali muutos. Nuorten halukkuus lähteä tutkijanuralle on kansainvälisessä vertailussa alhainen ja uusien opiskelijoiden määrä luonnontieteellisillä koulutusaloilla on laskenut hälyttävästi.

EU:n jäsenmaissaan tekemien kyselyjen tulokset osoittavat, että suomalaisilla on erittäin hyvät tiedot luonnontieteellisistä perusasioista ja he suhtautuvat keskimääräistä huomattavasti myönteisemmin tutkijoihin ja tutkimuksen vaikutuksiin. Suomalaiset seuraavat keskimääräistä huomattavasti enemmän tiedettä koskevia uutisia.

Suomalaisten luottamus tiedeinstituutioihin on hyvin vahvaa ja he näkevät tutkimuksen rahoituksen tuottavan yhteiskunnalle ”korkean koron”.

Suomessa tieteestä kansalaisille tiedottaminen on varsin hyvin kehittynyt. Myös dialogia tutkijoiden ja kansalaisten välillä on kehitetty. Myös syvemmästä vuorovaikutuksesta tieteen ja kansalaisten ja kansalaisryhmien välillä on jo merkkejä olemassa.

Tiedebarometrien mukaan 70–80 prosenttia suomalaisista haluaisi, että tieteelliseen tutkimukseen perustuvalla tiedolla olisi nykyistä merkittävämpi asema päätöksenteossa. On todennäköistä, että komitealaitoksen lakkauttaminen on heikentänyt tutkimustiedon käyttöä päätöksenteossa.

Näyttöön perustuvan yhteiskuntapolitiikan (evidence-based policy) merkitys on kasvamassa. Kyse on osin rakenteiden uudistamisesta (muun muassa sektoritutkimus), mutta myös hallinnon halusta ja kyvystä hyödyntää tieteellistä tutkimusta entistä enemmän.

Tehokkuus- ja vaikuttavuustavoitteet ovat viime vuosina voimistuneet tiede- ja teknologiapolitiikassa. Suomessa Akatemia ja Tekes ovat muodostaneet vaikuttavuudesta yhtenäisen esitystavan, vaikuttavuuskehikon. Tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia tarkastellaan yhteiskunnan keskeisillä osa-alueilla, vaikuttavuusalueilla. Kehittämistyössä on lähdetty liikkeelle neljästä vaikuttavuusalueesta: talous ja uudistuminen, oppiminen ja osaaminen, suomalaisten hyvinvointi ja ympäristö.

Akatemian tutkimusohjelmat ja huippuyksikköohjelmat ovat merkittäviä instrumentteja sekä yhteiskunnallisen vaikuttavuuden että tutkimus- ja innovaatiojärjestelmään kohdistuvan vaikuttavuuden kannalta. Molemmissa tutkimuksen verkottuminen sekä kotimaassa että kansainvälisesti on merkittävää. Huippuyksiköiden laaja verkottuminen ja yhteistyö sektoritutkimuslaitosten ja viranomaisten kanssa luo sillan tutkimuksesta päätöksentekoon. Yhteistyössä yritykset voivat useimmissa tapauksissa keskustella tutkimustyön suuntautumisesta ja tuloksista koko tutkimusprosessin ajan. Huippuyksiköistä siirtyä runsaasti osajia yritysten palvelukseen.

Tutkimusohjelmat ovat eri tieteenalojen tutkijoiden, tutkimustiedon käyttäjien ja tutkimuksen rahoittajien välisen kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön foorumi. Yhteiskunnallinen vaikuttavuus on yksi ohjelmien lähtökohdista. Yhteistyöverkostot potentiaalisten hyödyntäjien kanssa muodostuvat keskeisiksi. Monilla tutkimuksen ja tutkimustiedon hyödyntämisen nopeasti kehittyvillä aloilla – kuten bio- ja nanotieteissä – ohjelmat tarkastelevat myös tieteen eettisiä kysymyksiä.

## LÄHTEET

- DIUS 2008. A vision for Science and Society. A consultation on developing a new strategy for the UK. DIUS London July 2008.
- European Commission 2005a. Europeans, Science and Technology. Special Eurobarometer. EC Brussels 2005.
- European Commission 2005b. Social values, Science and Technology. Special Eurobarometer. EC Brussels 2005.
- European Commission 2007. Scientific research in the media. Special Eurobarometer. EC Brussels 2007.
- Kanninen S. & Lemola T.: Methods for Evaluating the Impact of Basic Research Funding. An Analysis of Recent International Evaluation Activity. Publications of the Academy of Finland 9/2006. Helsinki 2006.
- Lemola, Tarmo; Lehenkari, Janne; Kaukonen, Erkki & Timonen, Juhani 2008. Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit (VINDI). Suomen Akatemian julkaisuja 6/2008.
- National Science Board 2008. Science and Engineering Indicators 2008. National Science Board, Arlington 2008.
- OECD 2008. OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008. OECD 2008.
- OECD 2009. 2009 Interim Report on the OECD Innovation Strategy. OECD 14 May 2009.
- The Royal Society 2008. Royal Society's response to a vision For Science and Society: a consultation on developing a new strategy for the UK. RS Policy Document 22/08. London October 2008.
- Suomen Akatemia 2009a. Hjelt, Mari; Paavo-Petri Ahonen & Piia Pessala: Kansallisten tutkimuksen huippuyksikköohjelmien 2000–2005 ja 2002–2007 vaikuttavuusarviointi. Suomen Akatemian julkaisuja 1/2009. Helsinki 2009.
- Suomen Akatemia 2009b. Suomen Akatemian tutkimusohjelmastrategia. Suomen Akatemia 2009.
- Tiedebarometri 2007. Tutkimus suomalaisten suhtautumisesta tieteeseen ja tieteellis-tekniseen kehitykseen. Tieteen tiedotus ry. Helsinki 2007.
- UK Cabinet Office 1999. Professional Policy Making for the 21st Century. Cabinet Office, London 1999.
- UK Cabinet Office 2001. Better Policy Making. Cabinet office, London 2001.

## Itämeritutkimuksen ohjelmat

*Kaisa Kononen, Baltic Organisations Network for Funding Science EEIG*

Suomen Akatemia ja kolme ministeriötä (ympäristöministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö) käynnistivät vuonna 2002 kolmivuotisen Itämeri-tutkimusohjelman BIREME. Ohjelman tavoitteena oli syventää Itämeren suojelun tueksi tarvittavaa tietopohjaa ja siten se osaltaan tuki myös Suomen hallituksen Itämeriohjelmaa. Samoihin aikoihin Ruotsissa oli käynnissä kolme Itämeren suojeluun liittyvää tutkimusohjelmaa ja Saksassa laajempi merentutkimusohjelma. Kun EU:n 6. puiteohjelmassa avattiin kansallisten tutkimusohjelmien verkottumiseen tarkoitettu ERANET haku vuonna 2003, kehkeytyi näiden tutkimusohjelmien alkuun löyhästä verkostoitumisesta viisivuotinen BONUS ERANET projekti.

BONUS ERANET -projektissa (2004–2008) olivat mukana kaikki yhdeksän Itämeren maata (Latvia, Liettua, Puola, Saksa, Suomi, Ruotsi, Tanska, Venäjä ja Viro) ja yhteensä 11 rahoittajaorganisaatiota. Pohja ja Venäjän liittymiselle hankkeeseen oli luotu Suomen BIREME-ohjelman aikana, sillä Akatemian ja Venäjän Perustutkimusrahaston kahdenväliseen sopimukseen perustuen ohjelmassa oli toteutettu suomalais-venäläinen yhteishaku.

BONUS ERANETin aikana luotiin systemaattisesti kaikki yhteisen tutkimusohjelman edellyttämät hallinnolliset, tieteelliset ja taloudelliset rakenteet. Vuonna 2005 EU:n komissio valitsi Itämeritutkimusohjelman yhdeksi neljästä ohjelmasta, joille se oli valmis – yhteistyössä jäsenmaiden kanssa – esittämään EU:n parlamentin ja neuvoston yhteispäätöksellä erityisasemaa ns. Artikla 169 ohjelmalla. Aihe katsottiin tärkeäksi, sillä se tukee useita EU:n ajankohtaisia poliittisia tavoitteita muun muassa vesipuitedirektiiviä, meripolitiikkaa ja sen meriympäristöstrategiaa, kehitteillä olevaa Itämeristrategiaa sekä Itämeren Suojelukomission Itämeren suojelun toimintaohjelmaa.

Artiklan 169 mukaisella Itämeritutkimusohjelmalla on useita normaalia puiteohjelmärahoituksesta poikkeavia piirteitä. Ohjelmalla on merkittävä kansallisia tutkimusohjelmia, niiden rahoitusta ja yhteiskunnallista hyödyntämistä integroiva vaikutus. Sen rahoitus koostuu kansallisten rahoittajien ja EU:n yhteisestä rahoituspotista. Ohjelmaa hallinnoi sitä varten Helsinkiin perustettu organisaatio, Baltic Organisations Network for Funding Science EEIG, jolle EU:n komissio ja kansalliset rahoittajat luovuttavat rahoitusosuksiensa hallintavallan. Päätös ohjelman käynnistämisestä on parlamentin käsittelyssä marraskuussa 2009. Ohjelman kokonaisrahoituksen arvioidaan olevan noin 100 miljoonaa euroa vuosille 2010–2017.

BONUS-tutkimusohjelma on jo käytännössä alkanut. Siirtymävaiheessa toteutettiin ohjelman ensimmäinen, yhteensä noin 22 miljoonan euron haku vuonna 2007, ja rahoitetut 16 hanketta käynnistyivät vuoden 2009 alussa.

BONUS-ohjelma on tavoitteiltaan haasteellinen ja onnistuessaan se tulee olemaan mallina Euroopan muiden aluemerien tutkimusyhteistyön järjestämiselle. Itämeritutkimuksen tavoitteena tulisi olla meren tuottaminen palvelujen ja hyödykkeiden kestäväan käyttöön tähtäävän päätöksenteon tukeminen. Siksi tutkimus on luonteeltaan monitieteistä sisältäen sekä luonnontieteellisiä, yhteiskunnallisia että taloudellisia näkökohtia. Sen lisäksi, että ohjelma tuottaa uutta tietoa ja uusia työkaluja meriympäristön kestäväan käytön tueksi se myös pyrkii parantamaan tutkimuksen ja päätöksenteon välistä tiedonkulkua.

## Nanotieteen tutkimusohjelma (FinNano)

*Anssi Mälkki, Suomen Akatemia*

Suomen Akatemian FinNano-tutkimusohjelmassa rahoitetaan vuosina 2007–2010 yhteensä 15 tutkimushanketta, joista kymmenen Akatemian ohjelmarahoituksella ja neljä yhteisrahoitteisena. Yhteisrahoitteisten hankkeiden muina rahoittajina ovat ERA-NET-konsortio NanoSci-ERA sekä Venäjän perustutkimusrahasto RFBR. Ohjelman kokonaisrahoitus on 10 miljoonaa euroa.

Ohjelman käynnistyessä Suomessa tehtiin korkeatasoista nanotieteen ja nanoteknologian tutkimusta, joten ohjelman tarjoaman lisäpanostuksen hyödyntämiseen oli hyvät edellytykset. Nanotieteeseen erikoistuvia tutkimuskeskittymiä on useita: tutkijat ja laitteet jakaantuvat eri yliopistoihin ja useille tutkimusaloille. Korkeatasoisen nanotieteen tutkimuksen edistämistä ja erityisesti tieteidenvälisyyden aktivoimista päätettiin edistää suuntaamalla resursseja alalle. Samalla on tilaisuus edistää nanoteknologian vastuullista kehittämistä ja yhteiskunnallista keskustelua.

Tekes käynnisti vuonna 2005 FinNano-teknologiaohjelman vuosille 2005–2009. Ohjelmaa suunniteltiin yhteistyössä Akatemian kanssa. Opetusministeriö käynnisti myös Tekesin ja Akatemian nano-ohjelmia tukevan kehittämisohjelman vuosille 2007–2009 sekä asetti kansallisen Nanotieteen foorumin, jossa on edustajat nanotutkimuksen sidosryhmistä. Akatemian tutkimusohjelma on siis osa laajempaa kansallista kokonaisuutta, jonka tavoitteena on suomalaisen nanotieteen ja -teknologian edistäminen ja integroiminen. Tutkimus liittyy myös kahteen ERA-NET-verkostoon (NanoSci-ERA ja MATERA), jotka molemmat jatkavat ERA-NET Plus-statuksella.

Tutkimusohjelman käynnistämisen jälkeen nanomittakaavan ilmiöiden tutkimus on levinnyt ja edelleen leviää voimakkaasti uusille tieteenaloille. Poikkileikkaavana teemana nanotieteen identiteetin voidaan katsoa olevan muuttumassa fokuksen siirtyessä entistä voimakkaammin nanoilmiöistä itsestään tutkimuskohteisiin, joissa nanomittakaavan ilmiöt ovat merkittäviä. Ajankohtaisuus ei kuitenkaan ole muuttunut, mistä on osoituksena muun muassa Venäjän, Yhdysvaltain ja Kiinan merkittävä panostus nanotutkimukseen.

Ohjelman nyt ollessa puolivälissä voidaan todeta, että kansalliselle panostukselle asetetut laajemmat tavoitteet ovat täyttymässä. Tieteellisten tulosten lisäksi FinNano-ohjelman rooli kansallisessa kokonaisuudessa on merkittävä. FinNano-ohjelma muodostaa yhden mahdollisen linkin, paitsi tutkimusryhmien välille, niin myös linkin, jonka kautta (akateeminen) tutkijayhteisö voi olla mukana nanotieteen ajankohtaisissa keskusteluissa koskien tutkimustulosten hyödyntämistä elinkeinoelämässä ja yhteiskunnassa, nanoturvallisuutta sekä nanotutkimuksen tulevaisuutta ja tutkimukseen liittyviä eettisiä kysymyksiä.

## Neurotieteen tutkimusohjelma (NEURO) 2006–2009

*Mika Tirronen*, Suomen Akatemia

Neurotieteen tutkimusohjelma (NEURO) on Suomen, Kanadan ja Kiinan välinen nelivuotinen tutkimusohjelma, jossa rahoitetaan neurotieteen huippututkimusta kaikissa ohjelmaan osallistuvissa maissa. Ohjelmassa on 16 suomalaista, neljä suomalais-kiinalaista ja kolme suomalais-kanadalaisista tutkimushanketta. Ohjelman kautta ryhmät saavat yhtäaikaisen, koordinoitun rahoituksen vuosille 2006–2009. Suomen Akatemian rahoitusosuus on 7,1 miljoonaa euroa. Ohjelman avulla vahvistetaan yhteyksiä myös muiden maiden neurotieteen tutkimusohjelmien ja tutkijakoulujen välillä. Ohjelman rahoittajina toimivat Suomen Akatemia, NSFC (National Natural Science Foundation of China) ja INMHA (Institute of Neuroscience, Mental Health and Addiction) Kanadasta. Ohjelman koordinaatiosta vastaa Suomen Akatemia.

Neurotieteen kehitys on ollut viimeisten vuosien aikana nopeaa, minkä vuoksi neurotieteen rooli ja merkitys on lisääntymässä monilla yhteiskunnan osa-alueilla. Tutkimustulokset paitsi muovaavat käsitystämme aivojen toiminnasta myös auttavat kehittämään hoitomenetelmiä sairauksiin, joista kärsivät miljoonat ihmiset. Ylittämällä tieteenalojen välisiä raja-aitoja neurotiede on tarjonnut uusia lähestymistapoja muun muassa älyteknologioiden kehittämiseen. Neurotieteellinen tutkimus on luonteeltaan monitieteistä yhdistäen esimerkiksi biolääketieteellistä tutkimusta, informaatioteknologiaa, filosofiaa ja psykologiaa. Alan keskeisenä haasteena on yhdistää tutkimuksen eri osa-alueita ja luoda synteisiä niiden välille. Neurotieteen tutkimusohjelma pyrkii edistämään tätä tavoitetta edistämällä uusien menetelmien käyttöönottoa ja tieteiden välistä yhteistyötä sekä tukemalla monipuolista tutkijankoulutusta. Ohjelman avulla pyritään luomaan korkeatasoisia, kansalliset rajat ylittäviä hankekokonaisuuksia, joissa neurotieteen ajankohdaisia kysymyksiä voidaan lähestyä aidon monitieteisesti. Tavoitteena on tuottaa uutta tietoa muun muassa muistista, oppimisesta, sosiaalisesta vuorovaikutuksesta, ahdistuksesta sekä hermoston sairauksista ja niiden hoidosta.

Ohjelman sateenvarjon alla on pyritty vahvistamaan myös neurotieteelliseen tutkimukseen liittyvien eettisten, filosofisten, juridisten ja yhteiskunnallisten kysymysten tutkimusta. Neurotieteellisen tiedon lisääntyminen on nostanut esiin uudenlaisia kysymyksiä tutkimusmenetelmien eettisyydestä, koe-eläinten käytöstä, kognitiivisten kykyjen parantelusta, suostumusikäntännöistä, aivokuvantamisen avulla tehdyistä ennusteista sekä yksityisyyden suojasta. Neurotieteellisen tiedon valossa voidaan pohtia myös autonomian ja vastuun käsitteitä inhimillisessä toiminnassa. Ohjelman sateenvarjon alla on valmisteltu ja avattu kohdennettu neuroetiikan yhteishankehaku Suomen, Saksan ja Kanadan välillä vuonna 2007.

Ohjelmassa on järjestetty useita kansainvälisiä tutkijatapaamisia ja seminaareja, mm. ”Developing Brain, Emerging Mind” -seminaari Helsingissä 2007, suomalais-japanilainen neurotieteen seminaari RIKEN-instituutissa Tokiossa 2009 sekä oppimisen neurokognitiivista perustaa kartoittava seminaari Moskovassa 2009. Ohjelma on verkottunut useisiin eurooppalaisiin tutkimusrahoitusverkostoihin. ERA-Net Neuronin ([www.neuron-eranet.eu](http://www.neuron-eranet.eu)) puitteissa on avattu kaksi yhteiseurooppalaista tutkimushankehakuja vuosina 2008 ja 2009. ERA-Net CO-Reachin ([www.co-reach.org](http://www.co-reach.org)) sekä pohjoismaisen Asia NORIA-Netin ([www.aka.fi](http://www.aka.fi)) kautta ohjelma on verkottunut ohjelmiin, joilla pyritään kehittämään tutkimusrahoitusyhteistyötä Euroopan maiden ja Kiinan välillä.

Tutkimustulosten popularisointi ja kansantajuistaminen ovat myös ohjelman keskeisiä tavoitteita, joilla pyritään lisäämään kansalaisten, päättäjien sekä terveydenhoidon ja opetusalan ammattilaisten tietämystä neurotieteen tutkimustulosten merkityksestä ja sovellettavuudesta. Ohjelman puitteissa on järjestetty säännöllisiä tapaamisia ja tiedotustilaisuuksia tiedotusvälineiden edustajille sekä opetusyhteistyötä Helsingin Työväenopiston kanssa.



## NORFACE

*Eili Ervelä-Myrén, Suomen Akatemia*

Suomen Akatemia koordinoi Euroopan tutkimusrahoittajien yhteistyötä EU:n rahoittaman NORFACE (*New Opportunities for Research Funding Cooperation in Europe – A Strategy for Social Sciences*) ERA-NET-hankkeen puitteissa. NORFACE-hankkeen tavoitteena on kehittää yhteiskuntatieteitä rahoittavien tiedeorganisaatioiden välille uusia, kestäviä yhteistyömuotoja sekä lisätä kansallisten tutkimusrahoittajien välistä rahoitusyhteistyötä. NORFACE-verkostossa on mukana 14 eurooppalaista tutkimusrahoittajaa ja Kanada. Euroopasta osallistuvat kaikkien Pohjoismaiden, Ison-Britannian, Irlannin, Saksan, Alankomaiden, Ranskan, Portugalin, Viron ja Slovenian yhteiskuntatieteitä rahoittavat organisaatiot.

NORFACE-hankkeessa on kehitetty uusia kansainvälisiä yhteisrahoitteisia instrumentteja monikansallisille tutkijaryhmille. Ensimmäinen oli NORFACE-seminaarisarja, jossa oli haku kolmena vuotena (2005–2007). Vuonna 2007 NORFACE-partnerit rahoittivat yhteisen tutkimusohjelman *Re-emergence of Religion as a Social Force in Europe*. Kolmen vuoden (2008–2011) rahoitus kymmenelle tutkimushankkeelle on yhteensä 5,4 miljoonaa euroa. Vuonna 2008 avattiin haku NORFACE:n suurimmalle yhteisrahoitteiselle ohjelmalla *Migration in Europe: Social, Economic, Cultural and Policy Dynamics*. Tämän nelivuotisen ohjelman rahoitus vuosille 2009–2013 on yhteensä 28,6 miljoonaa euroa, josta 6 miljoonaa euroa on EU:n tutkimuksen 7. puiteohjelman ERA-NET Plus rahoitusta. Migration-ohjelman hankerahoituspäätökset tehdään kesäkuussa 2009. Ohjelmassa on tarkoitus rahoittaa 2–3 suurta hanketta (noin 3–4 milj. euroa) sekä useita pienempiä hankkeita (noin 1–2 milj. euroa). Kaikki NORFACE:n yhteisrahoitteiset seminaarit ja ohjelmat on rahoitettu ns. ”common pot”-rahoitusta käyttäen. Ohjelman rahoitukseen osallistuvien tutkimusrahoittajien rahoitusosuudet lasketaan algoritmilla, joka perustuu maan bruttokansantuotteen ja väestöluukuun. Ohjelman kansalliset rahoitusosuudet muodostavat yhdessä ”common potin”, josta rahoitetaan tieteellisesti korkeimman arvion saaneet hankkeet riippumatta siitä minkä maan tutkijat osallistuvat rahoitettavaan tutkimushankkeeseen. Molemmilla NORFACE-ohjelmilla on myös tieteellinen koordinaatio, josta vastaa professoritason ohjelmanjohtaja. NORFACE pitää erittäin tärkeänä ohjelmien tieteellistä koordinaatiota, jonka antaa hankkeille tieteellisen ja kansainvälisen lisäarvon.

Migration-ohjelma käsittelee siirtolaisuutta Euroopan tasolla ja sen tavoitteena on vähentää tämän tutkimusalueen sirpaleisuutta. Tähän mennessä suuri osa Euroopan siirtolaisuustutkimuksesta on toteutettu kansallisella tasolla. Tämän ohjelman tavoitteena on tarkastella siirtolaisuutta monikansallisten, yhteiseurooppalaisten tutkimushankkeiden kautta, jotka tutkivat siirtolaisuutta koko Euroopan tasolla. Ohjelman tavoitteena on myös edistää teoreettista siirtolaisuustutkimusta, sekä nostaa vertailevan, monitieteisen ja monitasoisen siirtolaisuustutkimuksen tasoa Euroopassa. Ohjelma mahdollistaa eri rakenteiden ja kehityskulkujen systemaattista vertailua. Tutkimuksen tuloksena tulee syntymään arvokasta tietoa, jota päättäjät voivat käyttää kansallisella, eurooppalaisella ja kansainvälisellä tasolla.

Ohjelman toteuttaminen edistää eurooppalaisen tutkimusalueen kehittämistä vahvistamalla eurooppalaista tutkimuskapasiteettia siirtolaisuustutkimuksen alueella. Ohjelma on esimerkki kansallisten rahoittajaorganisaatioiden huomattavasta rahoitusyhteistyöstä, joka ilmentää että rahoittajat pystyvät yhdessä toteuttamaan laajan yhteisrahoitteisen tutkimusohjelman Euroopan tasolla.

NORFACE on tehnyt tärkeitä uusia avauksia juuri yhteiskuntatieteissä, jolla tieteenalana on edelleen melko vaatimaton rooli eurooppalaisessa tutkimusyhteistyökentässä. NORFACE pyrkiikin nostamaan yhteiskuntatieteiden asemaa eurooppalaisella tutkimusalueella olemalla aktiivinen keskustelukumppani niin EU:n tasolla kuin kansallisilla foorumeillakin. Samalla se on tiiviissä yhteydessä tutkijakuntaan, sidosryhmiin ja tutkimustiedon käyttäjiin.

Tiederahoittajaorganisaatiot ovat vaativien haasteiden edessä eurooppalaisen tutkimusalueen kehittämisen sekä tieteen globalisoitumisen vuoksi. Tämä edellyttää uusia avauksia, joustavuutta sekä innovatiivisuutta mm. tutkimusohjelmien ja huippuyksiköiden kansainvälisessä verkottamisessa ja avaamisessa.

## Valta Suomessa -tutkimusohjelma (VALTA)

*Petteri Pietikäinen, Suomen Akatemia*

Valta Suomessa -tutkimusohjelma on nelivuotinen (2007–2010) ja siinä on mukana 21 hanketta, jotka tekevät tutkimusta 6,5 miljoonan euron rahoituksella. Ohjelmassa on lisäksi liitännäisjäsenenä kolme Suomen Akatemian yleisistä hankemäärärahoista tuettua ja VALTA-ohjelmaan temaattisesti liittyvää hanketta. Tutkimusohjelmalla ei ole ulkopuolisia rahoittajia. Tutkimusohjelma selvittää hallinto- ja valtopoliittisten päätösten vaikutuksia kansalaisten elämään, demokratiaan, vallan jakautumiseen sekä hallinnon toimintatapaan. Ohjelman teema-alueet ovat kansainvälinen valtajärjestelmä ja Suomen valta, valta valtiossa ja valtion valta, talous ja valta, kansalaiset ja kansalaisyhteiskunta, media ja valta sekä sukupuoli ja valta.

VALTA-ohjelma tukee laaja-alaista tutkimusta vallasta ja sen historiallisista muutoksista sekä tuottaa uutta empiiristä tietoa konkreettisista valtaprosesseista. Ohjelman lähtökohtana on suomalaisen yhteiskunnan ja sen valtarakenteiden muutos: Euroopan unioni, globalisaatio ja kulttuurin moniarvoistuminen ovat vaikuttaneet suoraan kansalaisten elämään. Suuret hallinto- ja valtopoliittiset päätökset on kuitenkin tehty usein ilman laajaa julkista keskustelua. Näiden päätösten vaikutuksista kansalaisten elämään, demokratiaan, vallan jakautumiseen ja hallinnon toimintatapaan on tehty erillistutkimuksia, mutta kokonaisvaltainen tulkinta puuttuu. Ohjelman yhtenä tavoitteena on tukea laaja-alaista tutkimusta vallasta ja sen historiallisista muutoksista Suomessa. Toisena keskeisenä tavoitteena on tuottaa uutta empiiristä tietoa konkreettisista valtaprosesseista, valta kun toteutuu lähes aina lähietäisyydellä. Tieteellisen valtatutkimuksen ohella tutkimusohjelma rohkaisee poikkitieteelliseen ja vertailevaan näkökulmaan sekä vahvistaa tutkijoiden ja tutkimushankkeiden kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä. Erityishuomio kohdistetaan tiedonkulkuun ja tutkimustuloksista tiedottamiseen.

Ohjelma pyrkii tutkimuksellisten tavoitteiden lisäksi osallistumaan keskusteluun vallan verkostoista Suomessa ja vaikuttamaan päättäjiin. Ohjelmassa tutkitaan muun muassa sukupuolittunutta valtaa kuntatasolla, ja näitä tutkimustuloksia esitellään viranomaisille ja poliitikoille, ja sen kautta ohjelma pyrkii vaikuttamaan myös lainsäädäntöön. Energiapolitiikkaa tutkiva hanke pyrkii osallistumaan keskusteluun ydinvoimaan ja sen lisäämiseen liittyvistä kysymyksistä, ja kansallisia vähemmistöjä ja eri etnisten ryhmien integraatiota tutkiva hanke pyrkii puolestaan tarjoamaan tutkittua tietoa suomalaisen maahanmuuttopolitiikan tueksi. Ohjelmassa on myös järjestetty kaksi kansalaistapahtumaa, toinen Mikkelissä ja toinen Kajaanissa; näissä tapahtumissa kansalaiset ovat keskustelleet paikallisten vaikuttajien kanssa vallasta omassa kotikunnassaan ja laajemmin koko Suomessa. Ohjelma on myös tehnyt yhteistyötä muiden Akatemian tutkimusohjelmien kanssa: vuonna 2007 järjestettiin Liike2- ja Sosiaalinen pääoma -ohjelmien kanssa yhteisseminaari yritysten yhteiskuntavastuusta, ja seuraavana vuonna puolestaan Valta ja energia -aiheinen seminaari yhdessä Akatemian Kestävä energia- ja KETJU-ohjelmien kanssa. Myös erilaisia julkaisuhankkeita on vireillä, samoin suunnitellaan ohjelman esittelyä ulkomaisilla foorumeilla (esim. Brysselissä). Itävallan tiedeministeriön kanssa on tehty yhteistyötä muun muassa Akatemiassa järjestetyn itävaltalais-suomalaisen siirtolaisuusseminaarin tiimoilta. VALTA-tutkijoista ovat monet olleet julkisuudessa muun muassa pelolla johtamisen tiimoilta, Kuka kukin on -juhlapainoksen johdannon kirjoittajana ja kommentoimassa julkisuudessa median valtaa, politiikkaa ja talouden elvytysohjelmaa. Tutkimusohjelmalla on vahva linkki suomalaiseen yhteiskuntaan.

## II SUOMEN TIETEELLISEN TUTKIMUKSEN TILA



# I BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUS

## Sisältö

<b>1 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet ja mahdollisuudet aloittain</b> .....	89
Tieteen tila ja taso biotieteissä ja ympäristön tutkimuksessa.....	89
Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet .....	90
Biokemia ja -fysiikka, solu- ja molekyylibiologia, genetiikka, bioinformatiikka .....	91
Ekologia, evoluutiotutkimus ja ekofysiologia.....	92
Elintarviketieteet .....	94
Kasvibiologia, -molekyylibiologia ja -biotekniikka .....	95
Maantiede ja aluetutkimus.....	97
Maatalous- ja metsätieteet .....	99
Mikrobiologia.....	101
Neurotutkimus ja eläinfysiologia .....	102
Ympäristön tutkimus.....	104
<b>2 Tohtorikoulutus ja tutkijanura</b> .....	107
<b>3 Tutkimuksen infrastruktuurit</b> .....	110
<b>4 Tutkimuksen yhteiskunnallinen vaikuttavuus</b> .....	113
<b>5 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen kehittämistarpeet</b> .....	115
<b>Liitteet</b>	
1 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alojen julkaisumäärät eräissä maissa .....	118
2 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alojen viittauskertoimet eri maissa .....	121
3 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alojen suhteellisten viittaus- kertoimien kehitys 1991–2007.....	124
4 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alojen huippujulkaisujen osuus kaikista alan huippujulkaisuista 1991–2007 .....	126
5 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen työpajojen osallistujalista .....	128
6 Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen bibliometrisissä analyyseissä käytetyt tutkimusalaluokitukset .....	130

# I BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN VAHVUUDET, HEIKKOUEDET JA MAHDOLLISUUDET ALOITTAIN

## Tieteen tila ja taso biotieteissä ja ympäristön tutkimuksessa

Toimikunnan järjestyksessään viides tieteen tila ja taso -katsaus perustuu laajaan tutkijakentän kuulemiseen. Toimikunta on soveltanut arvion toteuttamisessa tutkimusalakohtaista lähestymistapaa, joka organisoitiin puoli päivää kestäviksi työpajoiksi. Kaikkiaan organisoitiin yhteensä yhdeksän työpajaa, biokemian, solubiologian ja genetiikan, ekologian, evoluutiotutkimuksen ja ekofysiologian, elintarviketieteiden, kasvi­biologian, maantieteen ja aluetutkimuksen, maatalous- ja metsätieteiden, mikrobiologian, neurotieteen ja fysiologian sekä ympäristötieteiden aloilta. Työpajoihin kutsuttiin kunkin alan keskeisiä tutkijoita ja osallistuminen oli aktiivista ja hyvähenkistä. Toimikunnan arvio perustuu tutkijakunnan laaja-alaiseen asiantuntemukseen.

## Tutkimuksen taso

Kaikkien työpajojen tulosten perusteella voidaan todeta, että toimikunnan alan tutkimus on laadukasta ja kehittyä voimakkaasti. Erityisesti genomiikan kehitys vaikuttaa lähitulevaisuudessa monien toimikunnan tieteenalojen kehitykseen. Myös teknologian kehitys luo tutkimukselle uusia mahdollisuuksia samalla kun tutkimus mahdollistaa uusien teknologioiden syntymisen. Toimikunnan vastuulla oleva tutkimus on kokonaisuudessaan kansainvälistä, vaikka eri aloilla on eriaikaisuutta kansainvälistymisen huippuvaiheiden ajoittumisessa. Monet aloista ovat kehittyneet tiiviissä vuorovaikutuksessa globaalin tiedeyhteisön kanssa ja ovat hyvin mukana alan kansainvälisessä kärkijoukossa. Eri tutkimusalojen tutkijat tekevät paljon yhteistyötä ja tieteidenvälisyys on olennainen osa biotieteiden ja ympäristön tutkimusta. Tärkeitä rajapintoja on myös muiden toimikuntien tutkimusaloille kuten lääketieteisiin, yhteiskuntatieteisiin, humanistisiin tieteen­aloihin ja ns. eksakteihin luonnontieteisiin. Jonkinasteisena haittana voi pitää

niin tutkimuksen kuin rahoituksenkin liiallista sirpaleisuutta, joka on johtanut tutkimusjärjestelmän tarpeettomaan pirstoutumiseen. Pirstoutuminen haittaa yhteistyötä ja synergiaetujen löytämistä. Synergioiden puuttuminen voi heikentää tutkimusjärjestelmän tehokkuutta ja vähentää uusien tieteellisten keksintöjen löytämisen todennäköisyyttä.

Alan tutkimuksen kansainvälinen näkyvyys on erinomainen. Kaikilla toimikunnan edustamilla aloilla suomalaiset julkaisevat kansainvälisesti verrattuna suhteellisen paljon ja kehitys on ollut myönteistä aina 1990-luvun alusta alkaen. Myös tieteellinen vaikuttavuus on hyvällä tasolla, vaikka alakoh­taista vaihteluakin on. Joillakin aloilla olemme aivan kärjessä tai kärjen tuntumassa ja kaikilla aloilla tutkimus on vähintäänkin hyvää kansainvälistä tasoa.

## Tutkijanura ja tohtorikoulutus

Tohtorikoulutus bio- ja ympäristötieteiden aloja edustavissa tutkijakouluissa on hyvin monipuolista, systemaattista ja laaja-alaista. Tutkijakoulujen antama uravalmennus on vahvistanut valmistuvien tohtoreiden työelämätaitoja ja siten edistänyt heidän työllistymistään väitöksen jälkeen. Olisi tärkeää, että mahdollisimman moni tohtorikoulutettava voisi kuulua ohjatun ja systemaattisen jatkokoulutuksen piiriin. Tutkijakoulujen yhteistyö sekä kytkennät sektoritutkimuslaitoksiin edistävät tohtorikoulutettavien verkottumista ja kasvamista laaja-alaisiksi asiantuntijoiksi. Toistaiseksi alan tohtorit ovat työllistyneet hyvin, mutta jonkin verran alakoh­taista vaihtelua esiintyy. Joillakin bio- ja ympäristötieteiden aloilla tohtorikoulutetusta työvoimasta on ollut pulaa.

Tutkijanuralla käydään kovaa kilpailua, joka asettaa myös rahoitusjärjestelmälle vaatimuksia. Eri uravaiheiden väliin syntyy helposti kapeikkoja. Toisaalta selektiivisyys on osa tutkijanurajärjestelmää. Pullonkaulojen välttämiseksi valintapaineen tulisi kohdistua tasaisesti ja ennakoitavasti eri uravaiheisiin. Kansainvälinen liikkuvuuden lisääntyminen kaikissa

uravaiheissa olisi suotavaa. Erityisen tärkeää se on post doc -vaiheessa. Liikkuvuuden edellytyksiä tutkimusjärjestelmässämme tulisikin vahvistaa.

### Alan infrastruktuurit

Alan infrastruktuureihin kuuluvat erilaiset laitteistot ja laboratoriot, aineistot ja kirjastot, kokoelmat, tutkimusasemat ja tutkimusalukset sekä niiden ylläpitoon ja käyttöön erikoistunut henkilökunta. Erilaisten infrastruktuurien suhteellinen merkitys vaihtelee ajoittain, jotkut alat esim. biokemia, neurotiede tai fysiologia, ovat erityisen laitteistointensiivisiä, toiset kuten ympäristöntutkimus ovat riippuvaisempia tutkimusasemaverkostoista ja aikasarja-aineistoista. Alan infrastruktuurit ovat paikoin hyviä, mutta ongelmana on laitteistojen nopea vanheneminen ilman riittäviä huoltoon ja uusimiseen varattuja resursseja. Erityisenä ongelmana monilla aloilla on koettu puute vakinaisesta laitteistojen käyttöön erikoistuneesta henkilökunnasta. Resurssit henkilökunnan palkkaamiseen puuttuvat.

### Tutkimuksen yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen yhteiskunnallinen merkitys ilmenee monella tavoin. Kansainvälisesti kilpailukykyinen tiedeyhteisö on edellytys monien käytännön ongelmien ja haasteiden ratkaisemiselle. Ilman kilpailukykyistä tiedeyhteisöä on mahdotonta vastata moniin globaaleihin ja paikallisiin haasteisiin. Ilmastomuutos, sen hillintä ja siihen sopeutuminen on yhteiskunnallisesti merkittävä ja vahva perustutkimusta edellyttävä biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen kohde. Ilmaston lämpeneminen muuttaa kasvien kasvuolosuhteita, mahdollistaa uusien lajien sopeutumisen, mutta samanaikaisesti myös erilaisten tuholaisten ja tautien yleistymisen pohjoisella havumetsävyöhykkeellä. Alan tutkimuksella kehitetään keinoja sopeutua hallitusti muuttuviin ilmasto-oloihin. Ilman hyvää alan tutkimusta on myös mahdotonta kehittää uusiin olosuhteisiin soveltuvia viljelylajikkeita. Toimikunnan rahoittama tutkimus on laajasti monitieteistä ja pysyy siten etsimään ratkaisuja esimerkiksi monimutkaisiin kestävän kehityksen kysymyksiin. Hyvänä

esimerkkinä on toimikunnan rahoittama Itämeren tutkimus, joka on osaltaan tuottamassa keinoja Itämeren kuormituksen vähentämiseen ja suojelemaan. Huippuyksiköissä on monitieteisyyden ja hyvän yhteistyön avulla saavutettu kansainvälisesti merkittäviä tuloksia. Toimikunnan vastuulla olevien tieteenalojen tutkimus on tärkeää myös luonnon monimuotoisuuden, terveyden, hyvinvoinnin ja ympäristönsuojelun edistämiseksi. Biotieteiden läheiset yhteydet terveyden tutkimukseen lisäävät sen hyvinvointipoliittisia vaikutuksia. Ympäristöntutkimus on toiminut edelläkävijänä globaalien ja paikallisten ympäristöongelmien ratkaisujen kehittämiseksi. On selvää, että ilman bio- ja ympäristötieteellistä tutkimusta monet kestävän kehityksen haasteet jäävät ilman ratkaisuaan.

### Biotieteen ja ympäristön tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Seuraavassa tarkastellaan bio- ja ympäristötieteiden eri aloilla järjestettyjen työpajojen keskeisiä tuloksia. Alojen vahvuuksia, haasteita ja kansainvälistymistä tarkastellaan ajoittain, joilla työpajat järjestettiin. Tekstejä on täydennetty bibliometrisillä analyyseillä (ks. koko raportin liite 2, joka sisältää bibliometrisen aineiston ja menetelmien yksityiskohtaisen kuvauksen), joissa on vertailtu suomalaisen tutkimuksen tieteellistä vaikuttavuutta eräisiin keskeisiin tiedemaihin: Isoon-Britanniaan, Japaniin, Ranskaan, Ruotsiin, Saksaan ja Yhdysvaltoihin. Nämä ovat maat, joiden kanssa suomalaiset tekevät eniten tieteellistä yhteistyötä. Japani on mukana kokonsa ja merkittävyytensä vuoksi. Tieteellisen näkyvyyden indikaattorina on käytetty keskiväkilukuun suhteutettuja julkaisumääriä (liite 1). Tieteellisen vaikuttavuuden indikaattorina on käytetty eri alojen julkaisujen saamien viittausten keskiarvoja (liite 2). Näiden maakohtaisten vertailujen ohella on vertailtu kunkin tieteenalan julkaisujen saamien viittausten määriä maailman keskimääräiseen tasoon (liite 3). Lisäksi on tarkasteltu huippujulkaisujen merkitystä. Huippujulkaisuksi on määritelty eniten viittauksia saanut sadasosa (1 %) kaikista julkaisuista kullakin tutkimusalalla. (liite 4).<sup>1</sup>

1 Huippujulkaisujen osuus kuvaa sitä, mikä osuus tutkimusalan suomalaisista julkaisuista kuuluu maailman eniten viittauksia saaneiden julkaisujen joukkoon alalla.

## Biokemia ja -fysiikka, solu- ja molekyylibiologia, genetiikka, bioinformatiikka

### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Ala on hyvin laaja, mikä näkyy sen nimessäkin. Tätä syystä tässä lyhyessä yhteenvedossa ei ole mahdollista tarkastella alaan liittyviä erityispiirteitä samalla tarkkuudella kuin raportissa olevien suppeampien alojen kohdalla on esitetty. Ala on vahvasti korkeellinen ja siksi sen menestykselle on ensiarvoisen tärkeää, että infrastruktuuri eri tasoilla (paikallinen, kansallinen ja kansainvälinen) on kunnossa ja että sitä jatkuvasti uudistetaan ja kehitetään. Rakennubiologian tutkimukseen kohdistettiin erityispanoksia 1990-luvulla ja toiminnalliseen genomiikkaan/systeemibiologiaan on panostettu tällä vuosikymmenellä. Biokuvantamiseen suunnattu resursointi alkaa tänä vuonna tutkimusohjelman merkeissä.

Genomiikassa ja systeemibiologiassa on tapahtunut valtava kehitys viimeisen 10 vuoden aikana. Tämä on vaikuttanut huomattavasti alan tutkimukseen. On kuitenkin tärkeää huomata, että vaikka systeemibiologiset lähestymistavat ovat tällä hetkellä vahvasti esillä ja muodissa, ne eivät kuitenkaan poissulje perinteisiä lähestymistapoja, joilla voidaan yksityiskohtaisemmin tarkastella biologisten ilmiöiden molekulaarisia mekanismeja. Alan tutkimus, erityisesti systeemibiologinen tutkimus, tuottaa valtavan määrän informaatiota ja siksi on tärkeää kehittää erilaisia bioinformatiikan menetelmiä, joilla saadaan tehokkaasti seulottua ja loogisesti ryhmiteltyä arvokasta tietoa. Tutkimus alan moderneilla tekniikoilla on hyvin kallista ja se tulisi huomioida määrärahoja jaettaessa. Biokeskus Suomeen kuuluvat yksiköt tekevät tähän alaan ja molekulaariseen lääketieteeseen liittyvää tutkimusta. Onkin toivottavaa, että Biokeskus Suomesta muodostuisi elin, joka epäitsekkäästi toimisi tieteen parhaaksi kehittäen alan tutkimusedellytyksiä, mm. sen infrastruktuuria.

Alalla on erittäin korkeatasoisia ryhmiä ja kaikki huippuryhmät tekevät aktiivista kansainvälistä yhteistyötä. Monella tutkijalla on yhteyksiä lääketieteeseen, mikä on luettava alan vahvuudeksi. Ala kattaa suuren osan näkyvästä ja tunnetusta suomalaisesta tieteestä. Kansainvälinen kilpailu tällä alalla on kovaa, mikä lisää alan arvostettavuutta Suomessa. Alan näkyvyys ja tunnettavuus Euroopassa ja

Pohjois-Amerikassa on viime aikoina selvästi kasvanut. Tason nousu on tuonut omanarvontuntoa ja monipuolistanut tutkimusta myös Suomessa. Oman työn markkinointi tutkijoiden keskuudessa meillä Suomessa ei kuitenkaan ole niin korkealla tasolla kuin se substanssiosaamisen kannalta voisi olla. Tähän vaikuttaa osaltaan se, että uusia havaintoja on vaikeaa saada esille, mikä taas vaikuttaa suoraan tutkijan/tutkimusryhmän näkyvyyteen. Toisaalta alan yksi vahvuus on opiskelijoiden hyvä koulutustaso ja koulutusjärjestelmän toimivuus. Tulevaisuuden ongelmana on se, että hyvistä opiskelijoista tullaan jatkossa käymään kaikilla koulutusasteilla yhä kovempaa kilpailua.

Bibliometrinen tarkastelu koskee ajanjaksoa 1990-luvun alusta 2000-luvun puoliväliin. Alan julkaisuaktiivisuus lisääntyy tasaisesti ja suomalaiset parantavat näkyvyyttään vertailumaiden joukossa voimakkaimmin. Julkaisujen määrä lisääntyy tarkastelujaksolla runsaat 40 prosenttia. Suomalaiset ovat toiseksi aktiivisimpia julkaisijoita Ruotsin jälkeen. Vuosina 2003–2005 suomalaiset julkaisivat 3,0 artikkelia/10 000 asukasta, ruotsalaiset olivat aktiivisempia 4,0 artikkelilla (ks. liite 1a). Viittauskerroin vahvistuu muiden maiden tapaan jonkin verran myös Suomessa. Vuosina 2001–2005 suomalaisten julkaisemiin alan artikkeleihin viitattiin keskimäärin 10,3 kertaa mikä on lähellä useimpien vertailumaiden tasoa, korkeampi kuin Japanin mutta matalampi kuin Yhdysvaltojen 13,8, Ison-Britannian 13,6 ja Saksan 12,0. Viittauskerroimen kasvuvauhti on suunnilleen vertailumaiden tasoa (ks. liite 2a). Maailman viittausasteeseen verrattuna alan parhaat vuodet tarkastelujaksolla sijoittuvat 1990-luvun puoliväliin. 2000-luvun alku oli tässä suhteessa hieman heikompi ajanjakso mutta pari viimeistä vuotta kehitys on ollut parempaan suuntaan (ks. liite 3a).

### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Kansainvälinen yhteistyö on jo pitkään ollut luonteenomaista alan tutkimukselle. Kansainväliset yhteistyöverkostot ovat muodostuneet ja muodostuvat edelleenkin tutkija-/tarvelähtöisesti. Näin on luotu kansainvälisiä, poikkitieteellisiä yhteistyöverkostoja, joissa mukana olevien tutkimusryhmien tieto- tai taidot täydentävät toisiaan, ja on saavutettu parempia tuloksia kuin yksin olisi ollut mahdollista. Tämä on

luonnollinen tapa pitkäjänteisen ja toimivan kansainvälisen yhteistyön muodostumiselle. Kansainvälistymismalli, jossa ylhäältä päin määrätään ne maat ja tutkimusaiheet, joiden merkeissä yhteistyötä pitäisi tehdä, on keinotekoinen ja siitä pitäisi luopua. Kansainvälinen liikkuvuus on alalle tyypillistä paitsi yhteistyöverkoston sisällä tapahtuvan tutkijavaihdon merkeissä myös siten, että tutkimukseen suuntautuvat ovat perinteisesti väiteltään lähteneet ulkomaille oppimaan uutta tieto-taitoa, jota ovat kotimaahan palattuun hyödyntäneet tutkimuksessaan. Yhteiskunnassa ja ihmisten asenteissa tapahtuneet muutokset ovat johtaneet siihen, että kynns ulkomaille tutkijatohtoriksi lähtemiseen on noussut. Tähän on myös vaikuttanut alan edustaman tieteen tason merkittävä nousu, mistä syystä moni vastaväitellyt kokee saavansa riittävän korkeatasoisen tutkijatohtoripaikan kotimaasta alan huippuryhmistä. Työskentely ulkomailla alan huippuryhmässä on kuitenkin hyvin hyödyllistä ja suositeltavaa. Eräs houkutin ulkomaille lähtöön voisi olla esimerkiksi se, että ulkomaille lähtevät saisivat neljävuotisen tutkijatohtorikauden, kun taas kotimaahan jäävät saisivat kolmivuotiskauden. Nykyisinkin jo ulkomaille lähtevä saa tutkijatohtoripaikan helpommin kuin kotimaahan jäävä.

#### *Alan kehittämistarpeet*

Suomalainen tutkimusrahoitus on niukkaa ja lyhytjänteistä. Laatu on pitkälti kiinni rahasta ja rahaa tulee julkaisujen määrästä. Riskeihin ei ole mahdollisuutta, jos julkaisuja ei tule niin nopeasti kuin rahoittajat odottavat. Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen (BY) toimikunnan bioalalle myöntämän rahoituksen määrä ei vastaa alalle osoitettujen hakeusten määrää ja laatua. Erityisen selvästi bioalojen aliresursointi näkyy tutkijakoulupaikkojen määrissä. BY-toimikunnan edustamilla aloilla on vain 14 prosenttia kaikista tutkijakoulupaikoista, kun taas terveyden tutkimuksen-, kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen- ja luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikuntien osuudet ovat vastaavasti 17 prosenttia, 26 prosenttia ja 43 prosenttia. Tämä ei ole oikeassa suhteessa toimikuntien edustamien alojen tohtorien työllisyystilastoihin eikä toimikuntien merkitykseen kansainvälisesti korkeatasoisen tieteen edistämässä. Alan edustamien tieteenalojen on vai-

kea päästä kansallisiin strategisen huippuosaamisen keskittymiin (SHOK), koska Suomessa ei ole vielä riittävästi suuria bioalan yrityksiä.

## **Ekologia, evoluutiotutkimus ja ekofysiologia**

### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Populaatioekologia, populaatiogenetiikka ja evoluutioekologia ovat olleet tutkimuksen kansainvälisesti terävintä kärkeä jo useamman vuosikymmenen ajan. Kriittinen massa on hyvä ja edellytykset nykyisen aseman säilymiselle ovat hyvät, mikäli resursointi jatkuu nousujohteisena. Pääosa tutkimuksesta kohdistuu eläimiin, kasviekologian edustuksen ollessa rahoituspanostuksista huolimatta vain harvan huippututkijan käsissä. Biodiversiteettitutkimuksen eräs keskeinen pilari, taksonomia ja systematiikka, on jäänyt taka-alalle, mutta on selkeässä nousussa ja kansainvälistymässä. Alan kehitys on kuitenkin muutaman henkilön harteilla. Vesistöihin kohdistuva ekologinen tutkimus on kehittynyt voimakkaasti viimeisen 5–10 vuoden aikana kansainvälistyen ja monipuolistuen lähestymistavoissaan. Ekofysiologia on ollut kansainvälisesti vahva jo pitkään mutta alan kärki on kapea.

Ekologisen, geneettisen ja ekofysiologisen tutkimuksen vahvuudet juontuvat alojen varhaisesta kansainvälistymisestä, vahvasta käsitteellisestä ja empiirisestä osaamisesta, sekä näiden lähestymistapojen yhdistämisestä. Näiden alojen tieteellinen vaikuttavuus on mittava, etenkin uusien käsitteellisten suuntausten luomisen ja paradigmojen muutosten myötä, mutta myös julkaisujen ja viittausten määrällä mitattuna. Taksonomian ja systematiikan ongelmia ovat olleet strukturoimattomuus ja alan opetuksen vähyys. Nykyinen nousu perustuu vahvaan tutkimukseen, kansainvälistymiseen ja kytköksiin ekologian alan tutkijakouluihin. Vesitutkimuksen ongelmina ovat olleet käsitteellisen, mallinnuslähtöisen ja ongelmaorientoituneen lähestymistavan puute. Kansainvälistymisen, ja alan kasvun myötä puutteet ovat korjaantumassa. Vuonna 2007 toteutettu vesialan arviointi osoitti, että rahoituspanostus muun muassa useiden ohjelmien kautta on tuottanut tulosta ja ala on noussut kansainvälisen tarkastelunkin kestäväksi tieteenalaksi.



Kansainvälisesti ekologian, evolutiikan, fysiologian ja genetiikan rajapinnalla tehtävä tutkimus, etenkin toiminnallinen genomiikka, on nousemassa biologisen tutkimuksen keskipisteeseen. Geneettinen tutkimus tuottaa valtavasti genomista tietoa ja sen hyödyntäminen yksilö- ja populaatiotasolla edellyttää osaamista, jota Suomessa on vähän. Näiden alojen osaamisen yhdistäminen on omiaan tuotamaan keskeistä uutta tietoa myös esimerkiksi lääketieteeseen. Luonnonsuojelubiologiassa on siirrytty kriisitutkimuksesta ennakoivaan tutkimukseen vahvan matemaattisen osaamisen kautta. Tästä tutkimuksesta nousseita tietoja on jo sovellettu käytännössä muun muassa kalastuskiintiöissä ja suojelualueiden suunnittelussa. Alan ajankohtaisuus tulee vastaisuudessa kasvamaan edelleen ilmastonmuutosten ja muiden ympäristömuutosten myötä. Evoluutioekologia on tällä hetkellä Suomessa vahva tiede ja sitä sovelletaan paljon erilaisissa tutkimusympäristöissä. Se on käsitteellisesti ehjä tieteenala ja sen yhtenäinen teoriapohja helpottavat kommunikaatiota sekä luovat vuorovaikutusverkon. Ala on nousemassa keskeiseen asemaan myös soveltavalla puolella, erityisesti ihmistieteissä. Vesitutkimus on keskeisessä asemassa vesistöjen ympäristönsuojelun kannalta. Haasteena on ekologian integrointi vesitutkimukseen ja yhteiskuntatutkimukseen. Vesi luonnonvarana, sekä sellaisenaan että ravintoresurssien lähteenä, on nousemassa poliittisesti tärkeäksi tekijäksi.

Suomen julkaisuaktiivisuus on koko periodin ajan kansainvälisesti vertaillen huipputasolla ja aktiivisuus on edelleen kasvussa. Suomalaiset julkaisivat väkilukuun suhteutettuna 0,8 artikkelia 1991–1993 ja 2,5 artikkelia vuosina 2003–2005, kasvua on yli 200 prosenttia. Suomalaisen ja ruotsalaisten julkaisuaktiivisuus on koko jaksolta omaa luokkaansa; Ruotsi on 90-luvulla kärjessä, mutta 2000-luvulla suomalaisten julkaisuaktiivisuus on noussut korkeen. Koko jaksolla kehitys on selkeästi nousujohteinen. Yhdysvaltoihin verrattuna suomalaisten aktiivisuus oli kolminkertainen ja japanilaisiin verrattuna yli kymmenkertainen (ks. liite 1b).

Ekologian viittauskerroin vahvistuu Suomessa muiden vertailumaiden tapaan, tarkastelujaksolla se kohoaa 4,7:ään. Ison-Britannian ja Ruotsin kertoimet ovat vielä hieman Suomea korkeammat, mutta esimerkiksi Yhdysvalloilla on Suomea alempi viit-

tauskerroin. Viittauskertoimen kasvuvauhti on ollut nousujohteista ja nopeaa Suomessa erityisesti 2000-luvulla (ks. liite 2b).

Ekologian saamat viittaukset ovat olleet koko tarkastelujaksoson maailman keskiarvojen yläpuolella. Erityisen selvästi suomalaisten julkaisujen saamat viittaukset ylittivät maailman keskitason 1990-luvun alkupuolella mutta taso on pysynyt korkeana myös sen jälkeen kiristyneestä kansainvälisestä kilpailusta huolimatta (ks. liite 3b). Huippujulkaisujen keskittymä sijoittuu samalle yhdeksänkymmentäluvun alkupuolen jaksolle, jolloin joka vuosi ylitettiin selvästi tilastollinen osuus huippujulkaisuista. Paras jakso olivat vuodet 1991–1994, jolloin suomalaisten julkaisemista ekologian artikkeleista parhaimmillaan 3,3 prosenttia kuului alan huippujulkaisuihin (ks. liite 4b).

#### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Alan tutkimus on hyvin kansainvälistä kautta linjan, sekä varsinaisen liikkuvuuden että rajoja ylittävän yhteistyön muodossa. Useimmilla tutkimusryhmillä on useita yhteistyökontakteja ja yhteisjulkaisuja ulkomaalaisten tutkijoiden kanssa pitkältikin ajalta. Lisäksi pääasialliset julkaisufoorumit ovat kansainvälisiä ja suomalaiset tutkijat ovat erittäin hyvin edustettuina erilaisissa kansainvälisissä luottamustehtävissä. Varhainen kansainvälistyminen on keskeisesti edesauttanut ekologian, ekofysiologian ja genetiikan nousua vahvoiksi aloiksi ja sama suuntaus on nähtävissä niilläkin aloilla joilla kansainvälistyminen on alkanut hiljattain. Keskeisimmät yhteistyötahot sijaitsevat tieteellisesti vahvimmissa maissa, mutta huomattava määrä yhteistyötä tehdään myös Aasian, Etelä-Amerikan ja Venäjän yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa. Yhteistyötahot valikoituvat pääsääntöisesti tutkimusaiheen tai osaamisalueen mukaan.

Ulkomaalaisten virta Suomeen on huomattavaa erityisesti alan tieteellisesti vahvoissa yksiköissä. Myös suomalaisten tutkijoiden liikkuvuus ulkomaille on selkeässä kasvussa, mutta käytännön ongelmat asettavat usein rajoitteita. Nuorten vastavalmistuneiden ja varttuneempien tutkijoiden liikkumista sekä kotimaassa että kansainvälisesti tulisi kannustaa rahoituspäätösten yhteydessä tai eri rahoitusinstrumentein.

### *Kehittämistarpeet*

Evoluutiivisen ja ekologisen lähestymistavan yhdistäminen kehitysbiologiaan ja genomiikkaan on tällä hetkellä voimakkaassa kasvussa kansainvälisesti. Suomessa tätä kehitystä rajaa tällä hetkellä eniten genomisen tiedon hankkimisen kalleus ja infrastruktuurin heikko saatavuus, sekä bioinformatiikan osaajien puute. Äskettäinen vesialan keskeisen tutkimuslaitoksen lakkauttaminen ja muihin laitoksiin sulauttaminen ei saisi vaarantaa vesitutkimuksen keskeisten resurssien, tutkimusalusten ja muun infrastruktuurin, ylläpitoa ja kehittämistä. Suomen tutkimusasemaverkosto on maailmassa ainutlaatuinen ja on omalta osaltaan edesauttanut alan kehittymistä kansainvälisen tieteen huipulle. Asemien laitekan- nan ja tutkimusalojen jatkuva kehittäminen on edellytys alan vahvan aseman säilymiselle. Pitkiä aikasarjoja käsittävät seurantatutkimukset tuottavat ainutlaatuista tietoa, ja mahdollistavat pitkän aikavälin muutosten havaitsemista ja seurausten analysointia. Näiden koonnista ja ylläpidosta vastaavat museot ja muut valtion tutkimuslaitokset; aikasarjojen katkeamaton jatkuvuus tulisi taata ja olemassa olevia seuranta- ym. tietokantoja saattaa laajempaan käyttöön. Tämä vaatii aineistojen tallennusmuotojen koordinoitua ja kehittämistä käyttäjäystävällisemmiksi toisaalta tallentajan toisaalta aineistojen hyödyntäjien kannalta.

### **Elintarviketieteet**

#### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Elintarviketieteiden vastuu terveellisestä ja turvallisuudesta ruuasta on laaja ulottuen alkutuotannosta ihmisen ravitsemukseen. Tämä edellyttää monitieteistä tutkimusta yhteistyössä eri tahojen kanssa ml. elintarviketeollisuus. Elintarviketieteiden tutkimuksen taso on hyvä ja tutkimus on saanut osakseen arvostusta sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Elintarviketutkimukseen oleellisesti liittyvä ravitsemustutkimus on korkeatasoista ja elintarviketurvallisuuden taso on poikkeuksellisen korkea (ks. tieteenalarvio 2000–2004). Alalla on yksi huippuyksikkö mikrobiologisen turvallisuuden alueella, mikä on merkittävää alan tutkimuksen näkyvyyden kannalta.

Elintarviketutkimuksen asema ja tulevaisuusnä- kymät ovat muuttuneet paljon viime vuosina. Alan

tutkimuksen arvostus ja tarve ovat kasvaneet, johon on osaltaan vaikuttanut elintarviketeollisuuden kansainvälistyminen. Globaali vastuu ml. ruuan riittävyys, kestävä elintarviketalous, kestävät kulutusva- linnat, ravinnekuormitus, ympäristöasiat ja ilmas- tonmuutos nousevat tulevaisuudessa yhä tärkeäm- miksi, minkä tulisi näkyä myös elintarviketieteiden alan kansallisessa koulutuksessa ja tutkimuksessa. Elintarvikeketjun turvallisuus ja ruuan saatavuus ovat merkittäviä tulevaisuuden tutkimusalueita. Näiltä osin tutkimuksen kohteena tulisi olla muun muassa ilmastonmuutoksen vaikutukset maatalou- teen (esim. biodiversiteetti), raaka-aineiden hyödyn- täminen (ml. bioprosessi-, geeni-, bio-, nanotekniik- ka), elintarvikkeiden turvallisuus (ml. laatu, jäljitet- tävyys) sekä elintarvike- ja raaka-ainekehityksen vaikutus ruuan hinnan nousuun. Mahdollisuudet ra- vinnon kautta vaikuttaa ihmisen terveyteen tulee myös edelleen ottaa huomioon tutkimusta suunnat- taessa.

Alan tutkimuksen ongelmana voidaan nähdä pirstaleisuus, mistä johtuen kriittinen massa on usein vaikea saavuttaa. Alan tutkimusta mm. tuetaan useamman ministeriön kautta, jolloin rahoitus on sirpaleista ja tutkimus osittain päällekkäistä. Perus- tutkimuksen osuutta tulisi myös kasvattaa, jotta tut- kimuksessa päästäisiin kansainväliseen kärkeen kai- killa osa-aloilla. Ongelmana on myös se, että huoli- matta hyvistä yhteistyösuhteista elintarviketeolli- suuteen, tutkimukselta puuttuvat kotimaiset hyö- dyntäjät.

Elintarviketieteissä julkaisuaktiivisuus kaksinker- taistuu tarkasteltavan periodin aikana. Suomalaisten julkaisuaktiivisuus on lähes 1,5-kertainen verrattuna ruotsalaisten aktiivisuuteen, joka oli toiseksi korkein koko tarkastelujakson. Silti julkaisujen määrä on vain 0,6/10 000 asukasta. Ala on edelleen suhteellisen pieni ja näkymätön. Yhdysvaltioihin verrattuna julkaisuak- tiivisuus on yli kaksinkertainen ja Japaniin verrattuna viisinkertainen (ks. liite 1c).

Suomen viittauskerroin vahvistuu voimakkaasti tarkastelujaksolla. 2001–2005 viittauskerroin, 4,9, on vertailumaiden korkein. Lähinnä Suomea on Iso- Britannia, jonka kerroin on 4,3. Japaniin ja Saksaan verrattuna kerroin on yli kaksinkertainen. Kasvu on myös ollut nopeinta Suomessa koko vertailujakson (ks. liite 2c).

Elintarviketieteet ovat tasaisen vahvoja koko tarkastelujakson ajan verrattessa suomalaisten saamien viittausten määriä maailman viittausten keskitasoon. Saadut viittauserot ylittävät alan keskitason selvästi koko tarkastelujakson. Kaikkein vahvimmat vuodet sijoittuvat 2000-luvun vaihteen molemmin puolin. Näin tarkasteltuna elintarviketieteet ovat kansainvälisesti erityisen vahva ala (ks. liite 3c). Huippujulkaisujen osuudella mitaten elintarviketieteet on ollut vahva ala 1990-luvun puolivälin jälkeen. Erityisen vahvoja vuosia olivat 1998–2003. Viime vuosina huippujulkaisujen osuus on jonkin verran alentunut (ks. liite 4c).

#### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Alan tutkimus on kansainvälistä. Useimmilla tutkimusryhmillä on kansainvälistä tutkimusyhteistyötä esimerkiksi EU-rahoitteisina tai pohjoismaisina tutkimushankkeina tuottaen muun muassa yhteisjulkaisuja. Keskeisimmät yhteistyötahot sijaitsevat Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Suomalainen elintarvikealan tieteellinen asiantuntijuus on myös hyvin edustettuina ml. Euroopan elintarviketurvallisuusvirastossa (EFSA) sekä tiedeyhteisön ja elintarviketeollisuuden organisaatioissa (ILSI, International Life Sciences).

Elintarvikealan tohtorikoulutus on arvostettua ulkomailla. Ongelmana on kuitenkin lähtijöiden puute. Tohtorin- ja tutkijankoulutuksessa onkin kiinnitettävä erityistä huomiota kansainvälisen liikkuvuuden edistämiseen huomioiden mm. perhesuhteet. Tutkimusryhmissä on jo havaittavissa ulkomaalaisten tutkijoiden (sekä tohtorinkoulutettavat että post doc -tutkijat) lisääntynyt rekrytointi, jota kehitystä tulisi edelleen tukea. Kansainvälisyyttä tulisi edistää myös lisäämällä alan FiDiPro-professuuria. Myös kotimaisen liikkuvuuden lisäämiseen on edelleen kiinnitettävä huomiota esimerkiksi suosiolla rahoituspäätöksissä hankkeita, joissa tutkija vaihtaa tutkimusryhmää.

Suomen eri korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa työskentelevien elintarvikealan tutkimusryhmien välistä yhteistyötä tulee lisätä. Näin vältettäisiin turha päällekkäinen tutkimus ja mahdollistettaisiin niukkojen tutkimusresurssien suuntaaminen kohti kansainvälistä kärkeä. Tieteidenvälistä liikkuvuutta tulisi lisätä nimenomaan alkutuotannon puo-

lella. Monitieteisyys on alalla tärkeää, sillä esimerkiksi metsäalalta on löydettävissä uusia innovaatioita elintarvikepuolelle.

#### *Alan kehittämistarpeet*

Alan tutkimusta vaivaava pirstaleisuuden ongelma, joka usein johtaa päällekkäisyyteen rahoituksessa ja toteutuksessa, tulisi poistaa. Ohjelmajohdettu tutkimusrahoitus edistää tätä tavoitetta. Suositeltavia toiminnan tehostamiseksi ovat myös yhteisprofessuurit.

Infrastruktuurin ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi tarvitaan eri tahojen yhteistyötä, jotta esim. pystyttäisiin hankkimaan alan tutkimuksessa välttämättömiä pilottitason laitteita (ml. bioprosessitekniikka).

Elintarvikealalta tarvitaan alakohtainen katsaus siitä, mikä on tulevan 10 vuoden projisoitu tohtoritarve.

### **Kasvibiologia, -molekyylibiologia ja -biotekniikka**

#### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Kasvibiologian, -molekyylibiologian ja -biotekniikan alan kehitys lähti käyntiin samaan aikaan kun kasvimolekyylibiologia oli kansainvälisesti vasta kehityksessä. Alkuaikoina (1980-luvulla) menetelmiä opiskeltiin ja päteöidettiin ulkomailla, esimerkiksi Ruotsissa, Belgiassa ja Yhdysvalloissa, jolloin samalla luotiin yhteyksiä kansainvälisiin keskuksiin. Alan kehitykseen nyt ja tulevaisuudessa vaikuttaa voimakkaasti genomiikan läpimurto ja teknologian kehitys, jotka ovat eksponentiaalisia. Sekvensointitekniologian kehitys ja hinnan aleneminen sekä vertailututkimuksen entistä paremmat mahdollisuudet tuovat mukanaan valtavia ja osin vielä ennustamattomia tutkimusmahdollisuuksia. Lähimmän kymmenen vuoden aikana eri kasvilajien genomien selvittäminen muuttuu osaksi tutkimuksen rutiinia ja tämä avaa aivan uusia mahdollisuuksia tutkia esimerkiksi vedyn tuottoa kasveissa, epigenomiikkaa tai kasvien kasvua. Tämän myötä alalle avautuu myös uusia taloudellisia ja teknisiä sovellusmahdollisuuksia; lääkkeiden vaikuttavat aineet, sivuvirtojen hyödyntäminen energialähteenä yms. Kasvilajien genomiedon lisääntyminen kasvattaa bioinformaation määrää, lisää *in silico* -tutkimusta ja edelleen luo tar-

vetta kehittää tiedonhallintaan liittyvää osaamista.

Alan tutkimus Suomessa on voimakasta ja Suomea tunnetaan maailmalla kasvi biologian alalla vahvana maana. Alan vahvuus näkyy tunnettavuutena, näkyvyytenä ja kansainvälisyytenä. Alalla on tällä hetkellä kaksi akatemiaprofessoria ja kaksi huippuyksikköä. Alalla on myös kansallinen tutkijakoulu ja jatkokoulutus on kansallisesti koordinoitua.

Kasvi biologian vahvuus ei välttämättä tule esiin lähinnä johtuen kansainvälisestä yhteisestä luokittelusta, jossa heikommat alat vetävät kasvi biologiaa tilastoissa alaspäin. Luokittelusta johtuen osa tasokaiden kasvi biologien tuotannosta sijoittuu luokittelussa muille tieteenaloille. Esimerkiksi kasvi patologian tutkimus luokitellaan pääosin maataloustieteisiin ja fotosynteesitutkimus biokemiaan. Vahvuus on tulosta ahkeruudesta, innovatiivisuudesta ja vahvasta perustutkimuksen rahoituksesta, joka on pienelle maalle välttämätöntä tutkimusalan säilymiseksi tieteellisesti vahvana. Vahvuutta luo myös osaltaan tutkimuksen keskittyminen biokeskuksiin, joissa infrastruktuuri on kunnossa.

Alan suurin heikkous löytyy fragmentoituneesta rakenteesta. Laitokset ja yliopistot ovat pieniä ja hajaantuneita. Myös instituutioiden sisältä löytyy fragmentoitumista. Tulevaisuuden uhkana on, että myös Suomessa opiskelijoiden määrä vähenee, jolloin kansallinen opiskelijapohja voi osoittautua liian kapeaksi alan tulevaa tutkijasukupolvea ajatellen. Toisaalta tutkijatohtorivaiheen koulutukseen on riittävästi korkeatasoisia tulijoita Suomen ulkopuolelta ja tämä trendi on nousussa. Tulevaisuuden kannalta huolestuttavaa on myös se, että liikkuvuus Suomesta ulkomaille tai yliopistojen välillä on vähentynyt viime aikoina aivan liikaa, etenkin tohtorin tutkinnon jälkeen. Vaikka laiteinfrastruktuuri on nyt vahvaa niin samalla kuitenkin laitekanta ja sen saatavuus ovat kriittisiä tekijöitä alalla. Yhteiskunnan taholta tuleva nykyinen vahva painotus innovaatio- ja strategiseen tutkimukseen voi olla uhka perustutkimuksen rahoitukselle. Perustutkimusta pitää tukea enemmän, sillä myös soveltava tutkimus nojaa perustutkimukseen. Näin pienellä maalla ei ole varaa olla tekemättä perustutkimusta.

Alan vahvuusaloista mainittakoon stressi-, fotosynteesi- ja signaalinvälitystutkimukset sekä kehitysbiologiaan ja sekundaarimetaboliaan liittyvät tut-

kimusalat. Suomessa tehtävän alan tutkimuksen erityispiirteenä on se, että malliorganismien ohella tutkitaan myös muita kasveja kuten puita, viljelykasveja (mm. viljoja), lääkekasveja ja marjoja, jolloin myös käytännön sovellukset ovat lähellä. Erityisesti puilla tehtävä perustutkimus on korkeatasoista ja sisältää usein hyödyntämisaspektin. Myös marja-alan tutkimus on tunnettua sekä perustutkimuksen että sovellusten osalta.

Käytännönläheisemmän ja soveltavamman tutkimuksen paineet ovat kovat sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Ruoan saatavuus ja hinta, uusiutuva energia sekä ilmastonmuutos luovat uusia tärkeitä (sekä kansallisia että kansainvälisiä) tutkimusongelmia ja suuri yleisö asettaa uudenlaisia paineita kasvitutkimukseen. Ruokatuotannon ja (puhtaan) biologisen energiantuotannon varmistaminen ovat yhteiskunnallisesti tärkeitä kysymyksiä, samoin ilmastonmuutoksen estäminen ja siihen sopeutuminen. Kasvien käyttö kemikaalien tuotannossa sekä kasvien monikäyttö ovat nousevia aloja.

Kasvitieteessä alan näkyvyys on ollut kansainvälisesti hyvällä tasolla jo 1990-luvun alussa. Vertailujakson aikana kehitys on ollut positiivista ja 2000-luvulla julkaisuaktiivisuus on vertailumaiden korkein, käytännössä Ruotsin kanssa samalla tasolla. Julkaisuaktiivisuus on kolmin- tai nelinkertainen verrattuna moniin vertailussa mukana oleviin maihin kuten Japani, Saksa, Ranska tai Yhdysvallat (ks. liite 1d). Suomen viittauskerroin on vertailumaiden heikoin 2000-luvulla vaikka se vahvistuikin 2,8:sta 3,8:aan. Vertailumaissa vaikuttavuuden kehitys näyttää nopeammalta kuin Suomessa (ks. liite 2d). Suomalaisien saamat viittaukset ovat hieinan maailman keskitason alapuolella muutamia 2000-luvuna alkuvuosia lukuun ottamatta (ks. liite 3d). Huippujulkaisujen osuus on koko ajan maailman tason alapuolella, mutta vuodesta 2001 alkaen on havaittavissa selvä nouseva trendi vuoteen 2007, jolloin osuus oli täsmälleen sama kuin odotusarvo (ks. liite 4d).

#### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Käytännönläheisemmän ja soveltavamman tutkimuksen paineet ovat kovat sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Metsä-, terveys- ja energia- SHOK:it (strategisen huippuosaamisen keskittymät) ovat jo

pitkällä ja kasvibiologian alalla on selviä kosketuspintoja näihin kaikkiin.

Kansainvälisesti Suomi on ollut vahvasti luomassa strategiaa Euroopan teknologiaplatformeissa esimerkiksi ”Plants for the Future” ja vaikuttanut niissä johdettuihin strategisiin tutkimusagendoihin (SRA). Tämä puolestaan on heijastunut jo nyt EU:n seitsemännen puiteohjelman kasvitutkimusta käsitteleviin hakuihin. Nyt on tarpeellista selvittää, pitäisikö myös Suomessa Euroopan SRAn perusteella luoda kansallinen kasvitutkimusstrategia, joka toimisi myös apuna rahoittajille.

Tällä hetkellä EU-rahoitus suuntautuu pitkälti soveltavaan tutkimukseen. Uudelleensuuntautumisessa bioenergia näyttelee suurta osaa. Bioenergiaohjelmia on perustettu eri Euroopan maissa ja etenkin tieteidenvälistä bioenergiatutkimusta kaivataan (Science policy brief: European Science Foundation). Suomi on ollut keskeisesti mukana tässä työssä ja myös meillä olisi nyt ryhdyttävä toimenpiteisiin kansallisen nk. kolmannen sukupolven (monitieteisen ja tieteidenvälisen) bioenergiatutkimusstrategian luomiseksi.

Tulevaisuuden kannalta huolestuttavaa on tutkijoiden liikkuvuuden väheneminen tohtorikoulutuksen aikana ja etenkin post doc -vaiheessa sekä Suomesta ulkomaille että yliopistojen välillä. Mahdollisuuksia vaihto-opiskeluun on, mutta niitä ei käytetä. Pitkäaikainen ulkomailta työskentely edesauttaa itsenäistymistä, riskinottoa, mahdollistaa uusia avauksia ja uusien kontaktien luomista. Tulevaisuuden huippututkijoita ovat todennäköisesti ne, jotka ovat viettäneet pidemmän ajan ulkomailta. On myös nähtävissä, että liikkuvuus on osittain muuttanut muotoaan; opiskelijat lähtevät ulkomaille lyhyiksi ajoiksi ja liikkuvat jatkuvasti.

#### *Alan kehittämistarpeet*

Alan metodinen kehittyminen on ollut ja on nopeaa mikä tulevaisuudessa edellyttää sekä kansallisten että kansainvälisten infrastruktuurien luomista, toimivuutta ja käytettävyyttä alan tutkimuksiin. Alan tutkijoilla pitäisi olla yhtäläinen mahdollisuus näiden infrastruktuurien käyttöön siten, että menetelmien kalleus ei olisi tutkimusryhmien infrastruktuurien käyttöä rajoittavana tekijänä. Valmiiksi tuotetun tiedon *in silico* -analysoinnin määrä tulee li-

säntymään. Tärkeää on, että perustutkimuksen merkitys ymmärretään maailman- ja kansantaloudentilasta huolimatta – ilman perusteita ei voi olla myöskään sovelluksia. Tärkeät yhteiskunnalliset haasteet (ruoka, ruoan hinta, lähiruoka, energia, hyvinvointi, ympäristö) edellyttävät tieteidenvälisiä tutkimuksia. Parhaassa tapauksessa tieteidenvälisyys tuo lisäarvoa tutkimukseen, mutta tämä edellyttää myös tutkimuksen rahoitusinstrumenttien arviointikriteereiltä monitieteisyyttä. Jatkossa myös tieteellisen tutkimuksen vaikuttavuutta on pyrittävä lisäämään.

#### **Maantiede ja aluetutkimus**

##### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Maantieteen ja aluetutkimuksen rooli ”kansallisena tieteenä” toimi pitkään alan tärkeimpänä oikeuttajana. Aina 1980-luvulle saakka tutkimustuloksista huomattava osa julkaistiin vain kotimaassa. Suomalaisen tutkimusjärjestelmän nopea kansainvälistyminen 1990-luvulta alkaen on kuitenkin muuttanut tutkimuskäytäntöjä myös maantieteen ja aluetutkimuksen alalla. Tieteenalalla toimii nykyisin runsaslukuisen joukko tutkijoita, joiden ura on alusta saakka ollut aidosti kansainvälinen. Tämä näkyy tutkimuksen kohonneena laatuna, josta osoituksena ovat alan yliopistoyksiköiden hyvä menestys hiljattain tehdyissä tutkimuksen arvioinneissa. Esimerkiksi Tampereen, Oulun ja Joensuun yliopistoissa alan yksiköt nousivat yliopistonsa parhaimmiston kun niiden tutkimusta verrattiin kansainväliseen tasoon. Kaikkia alan yksiköitä ei vielä ole kattavasti arvioitu.

Maantieteelle ja aluetutkimukselle on tyypillistä monialainen ja tieteenalarajat ylittävä verkottuminen, jonka johdosta Suomessa on samanaikaisesti useita vahvoja tutkimussuuntia. Näitä ovat ympäristötutkimus mukaan lukien luonnon ja yhteiskunnan hybridisyyden tutkimus, poliittinen maantiede sisältäen kulttuurin, talouden ja hallinnan painotukset, alueellisen kehittyneisyyden ja hallinnan tutkimus mukaan lukien kehitysmaatutkimus, maantieteellinen kulttuurintutkimus, kaupunkien ja maaseudun tutkimus sisältäen kaupunki- ja maaseutupolitiikan, luonnonvarojen käytön tutkimus, hydrogeografia, rannikko- ja tulvatutkimus, kylmän ilmanalan geomorfologia ja routatutkimus, geoinformatiikan ja alueellisen mallintamisen tutkimus, paikkatiedon

sovellusten tutkimus, matkailun tutkimus sekä maantieteen metodologian tutkimus.

Vahvojen tutkimusalojen kautta suomalaiset tutkijat ovat mukana kansainvälisten ”hot spot” aiheiden tutkimuksessa. Näitä ovat muun muassa globalisaatio, luonnon ja kulttuurin sekä yhteiskunnan ja teknologian hybridisyys, skaalateoria, topologisen tilan metodologia sekä paikkatiedon uudet menetelmät ja sovellukset. Tutkimusalaan sisältyvät rajapinnat luonnontieteellisen, yhteiskuntatieteellisen ja humanistisen tutkimuksen välillä luovat mahdollisuuden innovatiivisiin rajanylityksiin.

Maantieteessä ja aluetutkimuksessa on aina tuotettu yhteiskuntaa välittömästi hyödyttävää tietoa. Tutkimus on vaikuttanut merkittävästi esimerkiksi aluepolitiikan kehittämiseen Suomessa. Alan nykytutkimus vaikuttaa muun muassa globaalien ympäristökysymysten ymmärtämiseen (kehityksen, yhdyskuntarakenteen, energian, liikenteen ja tulvariskien tutkimus), aluekehityksen muutosten ymmärtämiseen ja hallintaan, luonnonvarojen hyödyntämiseen ja suojeluun, maankäytön suunnittelun ja osallistumisen kehittämiseen sekä matkailun tutkimukseen. Moni tärkeä kysymys sisältää globaalin ja paikallisen vuorovaikutuksen aspektin, kuten kysymykset sosiaalisen ja alueellisen rakenteen muutoksesta, ilmastonmuutoksen hallinnasta, muuttoliikkeestä, sekä alueellisista ja sosiaalisista jaoista.

Maantieteen osalta ei ole mahdollista tehdä yhtä laajaa bibliometristä vertailua kuin edellä. Käytössä ovat tiedot vain maantieteen julkaisujen suhteesta maailman julkaisujen keskimääräiseen viittaustasoon ja huippujulkaisujen osuus. Kansainvälisesti merkittävin viisivuotisjakso sijoittuu tässä vertailussa 1990-luvun loppupuolelle. Myös pari viimeisintä tarkasteluvuotta (2006–2007) ylittävät selvästi kansainvälisen vertailutason (ks. liite 3e). Huippujulkaisujen merkitys näyttää sijoittuvan myös samalle jaksolle. Erityisen vahvoja olivat vuodet 1998–2000. Myös vuosina 2006–2007 alan huippujulkaisujen osuus ylitti niiden odotusarvon, joskaan ei yhtä selvästi kuin yhdeksänkymmentäluvun lopulla (ks. liite 4e).

### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Maantieteen ja aluetutkimuksen kansainvälistyminen on heijastunut voimakkaasti tutkimuksen vahvuusaloihin, mutta se ei ole muuttanut alan kansal-

lista erityisluonnetta. Vaikka tutkimuskohteet ovat osin kansainvälistyneet, alalla tuotetaan yhä yhteiskunnan kannalta relevanttia tietoa, jota ei syntyisi ilman suomalaisten tutkijoiden panosta. Tutkimuksen kansainvälistyminen onkin toteutunut tutkijoiden liikkuvuuden, tutkimusyhteistyön sekä julkaisukanavien monipuolistumisen kautta, ei niinkään luopumisena tärkeistä tutkimusaiheista kotimaassa.

Alan tutkijoiden kansainvälistymistä tukevat hyvät verkostosuhteet kansainvälisiin huippututkijoihin ja ryhmiin. Näiden muodostumisen tavat ovat moninaisia. Tärkeitä kanavia ovat muun muassa kiinteä tutkimusyhteistyö sekä aktiivinen toiminta alan kansainvälisten aikakaussarjojen toimitustehävissä ja muissa asiantuntijatehtävissä (virantäytöt, arvioinnit, luottamustehtävät). Menestyksekkäästä kansainvälistymisestä kertoo esimerkiksi se, että kiinnostavimman poliittisen maantieteen tutkimuksen englanninkielisen maailman ulkopuolella katsotaan usein tulevan juuri Suomesta. Englanninkielisen tutkimusviestinnän hyvä hallinta on alalle tärkeä vahvuustekijä. Haasteena puolestaan on kyetä seuraamaan myös muuta kuin englanninkielistä tutkimusta.

### *Alan kehittämistarpeet*

Alan perustutkimuksen tuloksia julkaistaan nykyään laajasti kansainvälisissä sarjoissa. Suuntausta on kehitettävä edelleen tukemalla kansainvälistä julkaisemista jo tutkijankoulutusvaiheessa. Haasteena on, että vaikka tutkimusta tehdään ryhmissä, alalla on vahva yksinjulkaisemisen traditio. Tutkijakoulutuksen laajentumisen myötä huomattavan osan perustutkimuksesta tekevät tutkijakoulutettavat senioritutkijoiden ohjauksessa. Alan tutkimuksen laatua onkin mahdollista kohentaa suuntaamalla resursseja niin, että myös senioritutkijoiden tutkimusedellytykset turvataan. Konkreettisena keinona on lisätä professuureja siten, että perustutkinto- ja jatko-opiskelijoiden määrä suhteessa opetus- ja tutkimushenkilöstöön pienenee nykyisestä.

Toinen kehittämistarve liittyy kansainvälisen tutkimusyhteistyön nopeaan lisääntymiseen. Kansainvälisen rahoituksen osuutta alan tutkimusrahoituksesta on pyrittävä kasvattamaan nykyisestä, jolloin suomalaisille tutkijoille avautuu uusia mahdollisuuksia tarttua kansainvälisesti merkittäviin haas-

teisiin, kuten esimerkiksi globalisaation, luonnonvarojen käytön sekä ekologisten ja yhteiskunnallisten prosessien yhteenkietoutumisen tutkimus.

## Maatalous- ja metsätieteet

### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Maatalous- ja metsätieteiden tutkimustarpeet ovat muuttuneet nopeasti perustuotantoelinkeinojen ja niihin liittyvien teollisuuden alojen uusien haasteiden myötä. Elintarvikkeiden hinnan nousu, ilmastomuutoksen haasteet ja tuotantoteknologiamuutokset ovat synnyttäneet maataloustutkimukseen uudenlaisia sekä menetelmiin että sisältöihin liittyviä tutkimustarpeita. Kansainvälinen ruokamarkkinoiden murros on suurin toisen maailmansodan jälkeen, ja tutkimuksessa joudutaan palaamaan elintarviketuotannon peruskysymyksiin, koska kasvintuotannon tuottavuuskasvu on merkittävästi hidastunut samaan aikaan kun maailman väestömäärä kasvaa jatkuvasti. Metsäsektori on puolestaan kohtaamassa suurinta muutosta vuosikymmeniin, ja tutkimuksen on pystyttävä reagoimaan niin tuotteisiin liittyviin kuin toimintamalleissa tapahtuviin muutostarpeisiin.

Nopeiden muutosten seurauksena tutkijayhteisöltä odotetaan merkittäviä tieteellisiä innovaatioita, joilla on vaikuttavuutta muihin, välittömästi liiketoimintaa synnyttäviin innovaatioihin. Alan tiede- ja tutkimuspolitiikan on pystyttävä entistä paremmin tukemaan tutkijayhteisöä tutkimuksen suuntaamisessa. Pyritäänkö hidastamaan ilmastomuutosta tai sopeutumaan siihen? Yritetäänkö pelastaa Itämeri? Yritetäänkö tukea yritysten elinvoimaisuutta? Yritetäänkö ratkoa globaaleja perustuotannon ongelmia? Pienen maan tiedeyhteisön on keskitettävä voimavaroja ja tarkasteltava avoimesti suomalaisen tieteen vapauden ja tutkimuksen kansainvälisen työnjaon kysymyksiä.

Maatalous- ja metsätieteiden huippututkimus on perinteisesti ja perustellusti keskittynyt boreaaliin ympäristöön. Tutkimuksen on tarkasteltava oman maan erityiskysymyksiä, koska pohjoisen sijaintimme vuoksi alan laaja kenttätutkimus tuottaa tuloksia, joita missään muualla ei voida testata. Päivän pituus ja sen suhde lämpötilaan, talvi ja kasvukausi ovat maailman mittakaavassa erityislaatuista.

Esimerkiksi kasvinvalintaan ja kasvintuholaisiin liittyvä tutkimus on tyypillisesti oman maan tutkijoiden vastuulla. Maailman johtavan metsäteollisuusklusterin kautta suomalaisella tutkimuksella on merkittäviä kansainvälisiä haasteita. Suomalaisen metsäteollisuuden perustamat trooppiset istutusmetsät ovat merkittäviä kuidun ja energian tuotantosysteemeitä. Suomalainen tutkimus on arvostettua, mutta kansainväliseen tarpeeseen nähden tutkijoiden koulutusta on monilla aloilla tehostettava.

Huomattavan korkeatasoista ja kansainvälisesti arvostettua tutkimusta tehdään monilla aloilla kuten taloustieteissä, erityisesti ympäristötaloustieteissä, jotka perustuvat vahvoihin teoreettisiin periaatteisiin rakentuvaan empiiriseen tutkimukseen sekä uusien numeeristen tekniikoiden käyttöön. Metsäekologian alalla toimivat huippuyksiköt ovat kansainvälistä eturivin tutkimusta. Voimakkaita tutkimusryhmiä on syntynyt myös biotekniikka- ja genomiikkatutkimukseen ja ala on eräs kansainvälistyneimpiä maatalous- ja metsätieteiden alalla. Yhteistyössä Ruotsin kanssa kehitetään kansainvälisesti kiinnostavia biotekniikka- ja genomiikkatutkimuksen menetelmiä metsätutkimusta varten.

Ilmastomuutos, bioenergia, biotekniikka ja metsäsektorin osalta uudet tuotteet ja toimintamallit ovat selkeitä tulevien vuosien painoaloja. Akatemian rooli rahoituksen suuntaajana korostuu, kun uusille aloille kehitetään tutkimuskapasiteettia. Ilmastokysymys synnyttää tarvetta kohdentaa monitieteistä tutkimusta monille osa-alueille markkinoiden muutoksesta kasvien tuotantopotentialin tutkimiseen. Markkinoiden toimivuus ja kilpailun ehdot ovat voimakkaasti sidoksissa ilmastopainotteiseen ympäristöpolitiikkaan. Maatalous- ja metsätieteiden alan tieteellisen tutkimuksen tulee painottaa tutkimusta, joka avaa uusia lähestymistapoja tulevaisuuden strategia- ja politiikkaohjelmien tekemistä varten sen sijaan, että voimavaroja suunnataan tukemaan olemassa olevia ohjelmia.

Bioenergiatutkimus on ollut hyvin kansallista ja käytännönläheistä, eikä kovaa perustutkimusta ole kehittynyt. Alan taloustieteellinen tutkimus on lähimpänä kansainvälistä perustutkimusta. Bioenergiakasveihin liittyvää ja raaka-aineiden saannin turvaamiseen tehtävää tutkimusta tehdään vähän suhteessa bioenergiatutkimukseen. Ruoka- ja bioener-

giamarkkinoiden kytkeä on huomattava haaste monitieteiselle tutkimukselle. Riskien hallinta ja huoltovarmuus sekä sääjohdannaiset niin ruoka- kuin energiamarkkinoilla ovat uusia tulevaisuuden tutkimusaiheita. Akatemiolla on merkittävä tehtävä pyrkiä kehittämään kansainvälisesti nopeasti kehittyvälle alalle kilpailukykyistä, yhteiskunnan tarpeita palvelevaa perustutkimusta.

Maatalous- ja metsätieteiden alan biotekniikka-tutkimus on kehittynyt nopeasti ja sen tulee jatkossa pystyä vastaamaan laajeneviin perustuotannon ja jalostusprosessien kehittämisen ongelmakokonaisuuksiin. Globaali metsäsektori tarvitsee kansainvälistä biotekniikkaosaamista, joka pystyy suuntaamaan tutkimusta laajalle maantieteelliselle alueelle. Metsäsektorin välttämättä tarvitsemien uusien tuotteiden tutkimus- ja kehitystyö tarvitsee myös syvälistä ja innovatiivista biotekniikkatutkimusta. Tutkimusedellytysten turvaaminen maatalous- ja metsätieteiden laajasti hyödyntämällä kenttätutkimusasemilla on myös Suomen Akatemian tehtävä. Yliopistojen ja sektoritutkimuslaitosten tutkimusasemaverkosto on merkittävä kansallinen infrastruktuuri, joka palvelee kotimaisia huippuyksiköitä sekä enenevässä määrin kansainvälisiä tutkimusryhmiä. Asemaverkoston toiminnan tarkoituksenmukaisuutta ja keskinäistä työnjakoa on tarkasteltava ja kehitettävä jatkuvasti.

Maatalous- ja metsätutkimuksessa suhteelliset julkaisumäärät eivät juuri lisäänty vertailujakson aikana ja jopa alenevat 90-luvun puolivälissä mutta palaavat sitten takaisin lähtötasolleen. Suomen julkaisuaktiivisuus on kuitenkin korkein vertailumaisista koko jaksolla. Vuosina 2003–2005 suomalaiset julkaisivat 0,6 artikkelia, ruotsalaiset puolestaan olivat toiseksi aktiivisimpia julkaisemalla noin 0,5 artikkelia 10 000 asukasta kohden (ks. liite 1e).

Viittauskertoimella mitaten Suomi sijoittuu vertailumaiden kärkeen Yhdysvaltojen jälkeen. Suomalaisiin artikkeleihin on viitattu keskimäärin 3,9 kertaa kun vahvimman maan, Yhdysvaltojen, artikkeleihin on viitattu 4,6 kertaa. Vaikuttavuuden kehitys on ollut vertailumaista nopeinta, viittauskerroin on liki kolminkertaistunut vertailujaksolla (ks. liite 2e).

Maatalous- ja metsätieteiden kehitys suhteellisilla viittauksilla mitaten on kehittynyt eriaikaisesti ja eri suuntiin. Metsätieteet olivat erittäin vahvoja

1990-luvun alkupuoliskolla mutta niiden suhteellinen viittaustaso on sen jälkeen laskenut selvästi (ks. liite 4fb). Maataloustieteissä kehitys on ollut päinvastainen, 1990-luvun alkupuolella viittausten suhteellinen osuus oli alle maailman keskiarvon mutta kasvaa 1990-luvun puolivälin jälkeen melko tasaisesti vuoteen 2003 asti. Pari viimeisintä vuotta ovat hieman vaisumpia mutta ylittävät selvästi maailman keskitason (ks. liite 3fa). Huippujulkaisujen osuudella tarkasteltuna kuva on hyvin samanlainen. Vuodet 2000–2003 ovat vahvimmat maataloustutkimuksessa, joka muutoinkin on yltänyt melko hyvin siltä odotettavalle tasolle. Vain yhdeksänkymmentäluvun alussa huippujulkaisuja tuli vähemmän kuin tilastollisesti olisi voitu odottaa. Metsätutkimuksen vahvin jakso, huippujulkaisujen osuudella mitaten, on yhdeksänkymmentäluvun alkuvuosina (ks. liite 4fb).

#### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Metsätieteissä julkaisutoiminnan kansainvälistyminen on ollut jopa keskimääräistä nopeampaa ja sekä julkaisujen määrä että viittaukset suomalaisiin tutkimuksiin ovat lisääntyneet merkittävästi. Suhteessa alan kansainväliseen tunnettavuuteen maailman huippututkijoita on rekrytoitu Suomeen vähemmän kuin kilpailijamaihin. Suomalaisia huippututkijoita on myös suhteellisen vähän rekrytoitu muiden maiden huippututkimusryhmien johtajiksi. Ensimmäinen FiDiPro-ohjelman professori valittiin maatalous- ja metsätieteiden alalle vuonna 2008.

Ulkomaalaisten jatko-opiskelijoiden osuus kaikista jatko-opiskelijoista on perinteisesti ollut maatalous- ja metsätieteissä suurempi kuin muilla aloilla ja tällä vuosikymmenellä opiskelijoiden määrä on kasvanut erittäin voimakkaasti. Suomalaisen alan yliopistotutkijoiden vierailut ulkomaisiin yliopistoihin ja tutkimuslaitoksiin ovat sen sijaan niin lukumääräisesti vähentyneet kuin kestoltaan lyhentyneet tällä vuosikymmenellä edelliseen vuosikymmeneen verrattuna.

#### *Alan kehittämistarpeet*

Maatalous- ja metsätieteissä käytetään laajasti eri tieteenalojen menetelmiä ja kehittämistarpeet ovat vastaavia kuin muilla toimikunnan tieteenaloilla. Erityisesti maatalous- ja metsätieteille koko maan kattava ja hyvin varustettu tutkimus-, koe-, ja kent-



täasemaverkosto on tärkeä niin kotimaisten tutkimustarpeiden kuin nopeasti laajenevan kansainvälisen yhteistyön kannalta.

Samoin laajojen ja pitkäkestoisten kenttäkokeiden hoitamisen resurssit on turvattava, koska monet vuosikymmeniä ylläpidetyt koesarjat ovat ainutkertaisia ja erittäin arvokkaita tulevaisuuden korkeatasoiselle tutkimukselle.

## Mikrobiologia

### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Mikrobiologia on hyvin edustettuna suomalaisessa tieteessä. Sillä on yhtymäkohtia lääketieteeseen, elintarviketieteisiin, biotekniikkaan ja ympäristötieteisiin. Meillä vahvoja aloja ovat mikrobipatogeenien tutkimus, virologia, maitohappobakteeritutkimus, hiivojen ja rihmamaisten homeiden tutkimus, vesimikrobiologia sekä ympäristömikrobiologia. Mikrobiologian alalla on kaksi huippuyksikköä. Myös teollisuussovellutusten puolella (mm. Alko, Roal, Valio) on alalla pitkät perinteet. Tulevaisuudessa tulisi kehittää diagnostiikkaa, ympäristömyönteistä tuotantoa (mikrobi tuotantovälineenä ja puhdistajana) ja vastata ilmastonmuutoksen kysymyksiin. Mikrobiologia tutkii elämän ilmiöitä monessa tasossa (multiskaalautuvuus), joten se antaa erinomaisen mahdollisuuden kerätä megadataa ympäristömme toiminnasta. Tällaisen datan käsittelyyn tarvitaan pitkälle kehitettyjä laskennallisia menetelmiä ja matemaattista ajattelua.

Lisääntynyt ihmistiheys ja matkustaminen synnyttävät uusia mikrobiperäisiä tauteja, joista esimerkiksi voisi mainita zoonoosit. Muita terveysuhkia ovat etelästä lähestyvät kasvitaudit, veden puhtaus ja metsäpuiden terveys sekä uudet tautia aiheuttavat bakteerit (emerging pathogens). Antibiootiresistenssiongelman ratkaisemiseksi olisi löydettävä uusia lääkkeitä, jotka estävät virulenssitekijän toiminnan. Myös nykyiset tehotuotantomenetelmät lisäävät virulenssia, joten virulenssin evoluutiotutkimus ja mikrobin ja isännän välisen kilpavarustelun tutkimus on ajankohtaista.

Mikrobiologinen tutkimus on aliresursoitua, mikä on tulevaisuudessa uhka korkealaatuisen perustutkimuksen takaamiseksi. Alalle tarvitaan lisää virkoja ja professuureja. Mikrobiologista perustut-

kimusta tarvittaisiin enemmän. Rahoitukseen tarvitaan pitkäjänteisyyttä, ja se pitäisi saada tukevammalle pohjalle. Myös koulutuksen taso ja määrä tulisi lisätä. Olisi tarpeen perustaa huippuopetusyksikkö. Perustutkimukseen tarvitaan taloudellista panostusta ja se on Akatemian ja yliopistojen tehtävä. Perustutkimusrahoituksessa tarvitaan myös pieniä panostuksia hankkeisiin, joissa kehitetään sovelluksia, sillä Tekes ei rahoita riskitutkimusta. Yleisessä keskustelussa annetaan ymmärtää, että perustutkimus on kaukana sovelluksista, mutta mikrobiologiassa perustutkimuksessa voi saada tuotteen nopeasti. Tätä pitäisi mainostaa enemmän.

Heikkoutena koetaan tutkijoiden vähäinen määrä ja hajanainen sijoittuneisuus. Sen lisäksi mikrobiologia on jakaantunut moniin eri osa-alueisiin. Keskinäistä keskustelua ei ole tarpeeksi ja tarvittaisiinkin foorumi, jossa alan ihmiset tapaisivat säännöllisesti (esim. mikrobiologiapäivät). Kansainvälistä ja tieteidenvälistä yhteistyötä on kuitenkin paljon ja opetuksellisesti hajanaisuus ei ole ongelma.

Mikrobiologian julkaisuaktiivisuus on kasvanut 1990-luvun alun tasosta. Taso on nyt kansainvälisesti vertaillen korkea 1,1 artikkelia/10 000 asukasta. Vain ruotsalaiset julkaisevat suomalaisia aktiivisemmin, 1,3 artikkelia. Saksaan, Ranskaan ja Yhdysvaltoihin verrattuna julkaisuaktiivisuus on lähes kaksinkertainen ja Japaniin verrattuna miltei kolminkertainen. Julkaisuaktiivisuus on lisääntynyt tarkastelujaksolla yli 40 prosenttia (ks. liite 1f).

Alan viittauskerroin, 6,4, on vertailtavista maista toiseksi alhaisin, ainoastaan Japanin kerroin on Suomea alempi. Yhdysvallat tekee mikrobiologiassa vaikuttavinta tutkimusta. Myös muut suuret maat, Japania lukuun ottamatta ovat vahvoja. Suomen ero näihin maihin on kasvanut vertailujaksolla (ks. liite 2f).

Maailman viittaustasoon verrattuna mikrobiologia on ollut tarkastelujaksolla vahvimmillaan 1990-luvun jälkipuoliskolla. Tällöin viittaukset ylittivät joinakin vuosina maailman keskiarvot. Muutoin viittausten suhde maailman keskiarvoon on koko jaksolla alle yhden eli suomalaisiin artikkeleihin on viitattu vähemmän kuin maailmalla julkaistuihin artikkeleihin (ks. liite 3g). Huippujulkaisujen osuutta tarkastelemalla mikrobiologian vahvimmat vuodet ovat 1994–1997, jolloin alan julkaisuosuus huippujulkaisuista ylitti niiden odotusarvon (ks. liite 4g).

### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Mikrobiologian alalla on pitkät perinteet ja tutkijayhteisöllä on ollut aikaa verkottua kansainvälisesti. Alan tutkijat osallistuvat aktiivisesti tärkeimpiin kansainvälisiin kongresseihin, järjestävät itse niitä Suomessa ja solmivat uusia yhteistyökontakteja. He toimivat myös kansainvälisissä järjestöissä. Tutkijoiden liikkuvuus koetaan alalla erittäin tärkeäksi ja huolestuttavaa onkin, että nuoret tutkijat eivät enää ole innokkaita lähtemään post doc -kaudelle ulkomaille. Erilaisessa tutkimusympäristössä työskentely antaisi kuitenkin paremmat valmiudet oman tutkimusryhmän perustamiseen kotimaahan paluun jälkeen ja parhaassa tapauksessa johtaisi uuden tutkimussuunnan pystyttämiseen. Tällä hetkellä kansainvälistä ja tieteidenvälistä yhteistyötä on paljon ja se on tutkijalähtöistä niin kuin pitääkin olla.

### *Alan kehittämistarpeet*

Mikrobiologisen tutkimuksen laadun kehittämiseksi tulisi kansainvälisten julkaisujen laatua nostaa. Tutkijoiden tulisi pyrkiä julkaisemaan korkeatasoisissa julkaisusarjoissa, jotta kansainvälinen vaikuttavuus paranisi. Myös kansallista yhteistyötä ja kanssakäymistä tulisi lisätä vaikkapa vuosittaisen konferenssin muodossa ja yhtenäistämällä perusopetusta. Julkisuuskuvan parantamiseksi tulisi lisätä tiedotustoimintaa niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin.

Nuorten tutkijanuran parantamiseksi pitäisi väitöskirjatyöhön käytettyä aikaa pyrkiä lyhentämään. Tohtorikoulutuksen tehostamiseksi tulisi perustaa tutkijakoulu, sillä suunnattua ja houkuttelevaa tutkijankoulutusta tarvitaan. Kestävän kehityksen periaatteisiin perustuva tuotanto ja uusiutuvien luonnonvarojen käyttö raaka-aineena laajentaa biotekniikan kenttää, ja siellä tarvitaan bioteknikkoja, jotka ovat erityisesti mikrobiologeja. Toiveena on, että Suomeen syntyy uutta teknologiaa, jossa alan osaamista hyödynnetään. Teknologian kehittäjien ja alan yritysten perustajien pitäisi olla alan tohtoreita. Yritysmaailman intressiä tohtorikoulutukseen tulisi lisätä liittämällä yritysten edustajia koulujen johtoryhmien jäseniksi ja lisäämällä koulutukseen yritysmaailmaan suuntaavia opintoja.

### **Neurotutkimus ja eläinphysiologia**

#### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Neurotiede on selvästi tulevaisuudena. Se on nähtävä isona ja laajana kokonaisuutena, jotta se voi menestyä. Alan menestyksen edellytykset vaatisivat optimaalisesti bioalaan liittyvän molekyyli-tason ja (solu)fysiologisen tiedon soveltamisen esimerkiksi koe-eläinten tai ihmisen dynaamiseen aivokuvantamiseen ja tämän tiedon soveltamisen käyttäytymistieteisiin. Hermoston eri toimintoihin liittyvien geenien tunnistaminen luo mainiot edellytykset tähän. On tärkeä että Suomen neurotieteen alalla on laaja neurotieteen osaaminen, riittävä massa ja hyvät menetelmälliset sekä tekniset edellytykset tehdä tiedettä, kuten vaadittavat infrastruktuurit jottei ketju katkeaisi. Neurotieteellä on paljon annettavaa teknisistä ja kliinisistä sovellutuksista yhteiskunnalliseen vaikuttamiseen saakka, mutta mahdollisuuksia olisi tuotava entistä paremmin näkyviin.

Neurotiede on yksi suurimmista tieteenaloista Suomessa, mutta sitä ei näy edelleenkään esimerkiksi Suomen Akatemian luokittelussa. Vasta viimeisten 5–10 vuoden sisällä neurotutkimus on tunnistettu omaksi alakseen ja tilanne on parantunut. Suomessa tutkimuksen keskittymät ovat tällä hetkellä Helsingissä ja Kuopiossa, ja niillä on erilaiset fokukset, mikä on toisaalta yksi vahvuus. Koulutuksessa alueellisuus on tärkeää, mutta tutkimus on luonnollisesti kansainvälistä, jolloin paikallisuuden merkitys vähenee. Fokusoituidut ryhmät voisivat tehdä kansallistakin yhteistyötä tehokkaammin. Merkittävä osa kansainvälisestä verkostoitumisesta kohdistuu siihen, että päästään käsiksi tiettyyn infrastruktuuriin. Suomen Akatemiassa neurotieteen alan tutkimusta tehdään neljän eri toimikunnan rahoittamana, ja tarve alan tutkimuksen omaan luokitteluun on tiedostettu.

Ruotsi on neurotieteellisessä tutkimuksessa edellä Suomea (Karolinska Institutet, Lundin yliopisto), koska rekrytointi on suunniteltua ja virkaan sisältyy tarvittavia aloitusresursseja. Tutkimuksen korkean yleisen tason ylläpitäminen Suomessa olisi tärkeää, sillä silloin kyetään olemaan mukana kansainvälisessä huippututkimuksessa. Suomessa on riittävä tutkijapotentiaali, mutta käytössä olevien resurssien valossa todennäköisyys läpimurtoihin on suurempi muualla.

Eläinfysiologia on kokonaisuus, joka kuuluu koulutusvaiheeseen, ja siihen sisältyvät esimerkiksi integraatiiviset ajattelutavat, jotka kuuluvat neurotutkimukseen. Älyllisessä perinnössä ja koulutuksessa eläinfysiologia onkin tärkeä pääaine. Neurotieteen sekä muihin biologian aloille on tullut monia käytökelpoisia malleja eläinfysiologiasta (esim. *D.melanogaster*, *C.elegans*, *D.rerio*).

Neurotutkimuksen ja fysiologian julkaisumäärät ovat lisääntyneet 1990-luvun alusta lähtien. Asukaslukuun suhteutetut julkaisumäärät ovat Suomessa olleet koko vertailuperiodin ajan Ruotsin jälkeen toiseksi korkeimmat. Julkaisujen suhteellinen määrä on vertailuperiodin aikana lähestynyt Ruotsia. Kasvua Suomessa on ollut runsaat 50 prosenttia. Tällä hetkellä julkaistaan 2,6 artikkelia keskiväkiluvun 10 000 asukasta kohden. Ruotsin luku on 3,0 artikkelia. Suhteellisesti heikoimmin menestyy tässä vertailussa Japani, jossa luvut pysyvät alle yhden koko vertailujakson ajan. Alan viittauseroin 6,3 on vertailumaista toiseksi alhaisin mutta ei kovin paljon alempi Ranskan kerrointa. Vaikuttavuuden kasvu on ollut vertailumaiden nopeinta, jota osin selittää periodin alun matalampi lähtötaso (ks. liite 2g). Maailman keskimääräiseen viittaustasoon verrattuna suomalaisiin artikkeleihin viitataan vähemmän ja alan huippujulkaisujen osuus on odotusarvon alapuolella (ks. Liitteet 3h ja 4h).

#### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Alan tutkimus on kansainvälistä. Useimmilla tutkimusryhmillä on kansainvälistä tutkimusyhteistyötä esimerkiksi EU-rahoitteisina tai pohjoismaisina tutkimushankkeina tuottaen muun muassa yhteisjulkaisuja. Keskeisimmät yhteistyötahot sijaitsevat Euroopassa, Japanissa ja Yhdysvalloissa. Tutkimuksen korkean yleisen tason ylläpitäminen Suomessa on tärkeää, sillä silloin kyetään olemaan mukana kansainvälisessä huippututkimuksessa. Se on ainoa edellytys saavuttaa näkyviä läpimurtoja. Syy miksi keksintö olisi Suomessa tärkeä, olisi se, että joku suomalainen yritys saisi sen käyttöönsä. Olisi myös tärkeää että Suomessa olisi asiantuntemusta uusien kansainvälisten keksintöjen sekä menetelmien soveltamisessa. Suomessa on riittävä tutkijapotentiali, mutta resurssien puolelta todennäköisyys läpimurtoihin on suurempi esimerkiksi Ruotsissa. Jotain

kansainvälisiä läpimurtoja on alalta jo Suomesta tullut. Kuten muilla bioaloilla liikkuvuutta rajoittavat taloudelliset tekijät. Muutto toiseen maahan ei ole ilmaista. Suurin ongelma on mitä tehdä kun palaa Suomeen jos ei ole virkaa eikä resursseja jatkaa ulkomailla opittua toimintaansa. Suomen neurotieteen yksiköissä toimii huomattava määrä ulkomaalaisia tutkijoita joka kuvasta ainakin osin neurotieteen alamme houkuttelevuutta. Kiinnostusta voisi vielä lisätä panostaminen ainutlaatuisiin infrastruktuureihin ja ennen kaikkea suomalaisten huippututkijoiden osaamiseen. Pitäisi myös paremmin huomioida ulkomailta tulevien tutkijoiden sosiaalisia tarpeita kuten perheenjäsenten työllistämistä, lasten koulutusta ym.

#### *Alan kehittämistarpeet*

Neurotieteen alan on saatava itsenäinen status yliopistotasolla sekä rahoittajien kuten Suomen Akatemian luokituksissa. Bio- ja ympäristötieteen toimikunnassa esimerkiksi neurobiologia olisi hyvä alaluokitus.

Rekrytointisysteemi virkoihin ja professuureihin on tällä hetkellä erikoinen. Rekrytointi kestää kauan, ja siinä mitataan vain paremmuutta, eikä oteta huomioon sitä, mihin joukkoon halutaan rekrytoida. Tämä on yliopistojen vastuulla oleva asia.

Akatemiatutkijan paikkoja mainostetaan vain Suomessa, jolloin menetetään kansainvälistä vetävyyttä. Akatemiassa ei verrata riittävästi näyttöjä, vaan rahoitusta suunnataan temaattiselta pohjalta. Akatemiaan tarvitaan biotieteellinen toimikunta, jolloin alan tutkimus ei joutuisi kilpailemaan ympäristötieteilijöiden kanssa. Ympäristötieteellisellä tutkimuksella on aivan erilaiset kriteerit kuin bioalan tutkimuksella. Valintakriteerejä ei saa yksipuolistaa liikaa, sillä muuten yhä harvemmat tutkijat saavat enemmän ja enemmän rahaa. Tieteellisen laadun pitää aina olla rahoituksen saamisen keskeisin kriteeri.

Jotta yhteys tutkimuksen ja infrastruktuurin välillä säilyy, infrastruktuurirahoitusta myönnettäessä pitää ottaa huomioon myös hakijan tutkimussuunnitelman menestys tutkimusrahoitusauksissa. Infrastruktuurin on oltava yleisessä käytössä. Tarvitaan sekä laite että käyttöhenkilökunta, koska molemmat kuuluvat infrastruktuurin kokonaisuuteen. Neurotiede on nimenomaan laitteistojen käytöstä riippu-

vainen ala, ja viimeisimmät kuvantamis- ym. funktionaaliset menetelmät ovat usein välttämättömiä, jotta tutkimuksen voi saada julkaistua.

Post doc -tutkijoiden kotouttamiseen on resursoitava rahaa. Myös yliopistoilla on vastuu palautusrahaista; tutkijalle on oltava tiedossa pidempiaikainen pesti kun hän palaa.

Neurotutkimusohjelman arvioinnin yhteydessä olisi mahdollista teettää laajempi alan tutkimuksen arviointi, mutta silloin olisi pidettävä huoli siitä, että alan kuvantamistutkijat (imaging) otettaisiin arviointiin mukaan. Myös laskennallisten tieteiden (computational sciences) osuus tulee kasvattamaan merkitystään neurotieteiden alalla. Perusongelma tieteessä on se, miten yliopistokeksinnöt saadaan siirrettyä sovellutuksiksi. Toisaalta on puute hyvistä perustutkimuksen tekijöistä ja ideoiden keksijöistä, mutta hyvät keksinnöt menevät kyllä aina eteenpäin. Riippumattoman tahon pitäisi alkaa toimia alan lobbarina (esim. hanke Aivosäätiö). Tutkijat olisi saatava mukaan vapaaehtoisiksi asiantuntijoiksi, jotta työ ei jäisi harvojen harteille.

## Ympäristön tutkimus

### *Alan kehitys ja tutkimuksen laatu*

Ympäristön tutkimus on hyvin monialaista ja usein myös monitieteistä tutkimusta. Ympäristön tutkimuksen alalla on Suomessa aktiivista tutkimusta muun muassa seuraavilla tutkimusaloilla: ympäristö- ja luonnonvaratutkimus, ympäristöosiologia ja -politiikka, ympäristötaloustiede, kestävä kehityksen tutkimus, pitkäaikaisten muutosten tutkimus (ilmastonmuutos ja paleoekologia), yritysten ympäristöjohtaminen sekä kehityskaakysymykset.

Ympäristön tutkimuksen ala on Suomessa nuori verrattuna moniin muihin tutkimusaloihin. Se on käynnistynyt pääosin vasta 1970-luvulla. Ala ei ole vielä vakiinnuttanut täysin asemaansa yliopistolaitoksessa, mikä näkyy muun muassa opetus- ja tutkimusvirkojen vähäisyytenä. Viime vuosina alan kehitys on kuitenkin ollut nopeaa ja kansainvälinen tutkimusyhteistyö on käynnistynyt. Ympäristöalan kansainvälinen näkyvyys vaihtelee ajoittain, merkittävää näkyvyyttä on saavutettu jo monilla luonnontieteellisen ympäristötutkimuksen aloilla, muilla ympäristötutkimuksen aloilla kansainvälisyys on

vasta kehittymässä. Yhteiskunnallisella ympäristötutkimuksella on tällä hetkellä voimakas kysyntä johtuen muun muassa kansainvälisten ympäristöongelmien, erityisesti ilmastonmuutoksen suuresta painoarvosta ja torjuntaan vaadittavien toimenpiteiden laajuudesta. Alan asiantuntijoiden kysyntä ylittääkin tarjonnan eivätkä yliopistojen tai tutkijakoulujen resurssit ole pystyneet tarjoamaan riittävästi yhteiskuntatieteellistä ympäristökoulutusta.

Luonnontieteellisen ympäristötutkimuksen alueella on Suomessa kansainvälisesti erittäin korkeatasoista tutkimusta vaikkakin aivan huippu on vielä melko kapea. Kehitystä on kuitenkin tapahtumassa monissa yksiköissä. Yhteiskuntatieteellisen ympäristötutkimuksen puolella on tapahtumassa tietynlainen murros. Esimerkiksi ympäristöpolitiikassa ja -oikeudessa on resurssien niukkuuden takia jouduttu panostamaan voimakkaasti opetukseen, mutta väitelleiden määrän kasvaessa on tutkimus saamassa paremman sijan. Kansainvälisen (ja kansallisen) ympäristöpolitiikan valmisteluun, erityisesti ilmastopolitiikan alueella, tarvittaisiin huomattavasti lisää alan koulutuksen saaneita ympäristöpolitiikan, -talouden ja -oikeuden asiantuntijoita. Asiantuntijoiden kysyntä on voimakasta myös yritysmaailmassa.

Monitieteinen tutkimus on ympäristöalan yksi keskeinen vahvuus. Suomalaiset ovat osanneet yhdistää asioita ja kompleksisten luonnonvarakysymysten erilaisia puolia. Luonnontieteellisen ympäristötutkimuksen sisällä monitieteisyys on jo melko vakiintunutta, myös tieteidenvälinen luonnontieteitä ja yhteiskuntatieteitä yhdistävä ympäristötutkimus on ollut lisääntymässä. Perinteisesti vahvoja luonnonvarojen tutkimusaloja ovat olleet esimerkiksi talousteorian soveltaminen bioekonomisessa mallinnuksessa muun muassa kala- ja metsävarojen hyödyntämisen tutkimuksessa. Monitieteiseen tutkimukseen liittyy kuitenkin myös ongelmia. Yhteistyö ei aina toimi hyvin tiederajojen ylitse ja resurssit ovat hajallaan pienissä yksiköissä. Kotimainen yhteistyö joutuu kilpailemaan rajallisista resursseista ja tämä vaikuttaa aiheuttaa esteitä kotimaiselle yhteistyölle. Useissa yksiköissä on myös ongelmana kriittisen massan puute, joka vaikeuttaa huomattavasti panostusta monitieteiseen tutkimukseen. Huippuluokan monitieteinen tutkimus on todella vaativaa työtä – siihen tarvitaan riittävä osaaminen että riittävät voimavarat.

Sektoritutkimuslaitosten rooli on merkittävä ympäristön tutkimuksen alalla. Suomen ympäristökeskus, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ovat vahvoja toimijoita alalla huomattavine henkilöresursseineen. Laitokset rekrytoivat vuosittain merkittävästi alan tohtoreita ja tohtoriopiskelijoita, vaikkakaan tutki-jankoulutus ei ole laitosten tehtävä. Sektoritutkimus-laitoksilla on erityisen hyvät mahdollisuudet kansalli-sen monitieteisen tutkimuksen kehittämiseen.

Resurssihin nähden ympäristön tutkimuksen näkyvyys on ollut hyvä. Niukkojen resurssien vuoksi on keskityttävä niihin osa-alueisiin, joilla ollaan jo hyviä ja resurssien käytössä on tehtävä tiukkoja priorisointeja. Voimakas kysyntä voi tulevai-suudessa luoda mahdollisuuksia resurssien kasvatta-miseen ja huippututkimuksen laajentamiseen. Tois-taiseksi kysyntä on lisännyt ulkopuolisella rahoit-tuksella toteutettua tutkimusta eivätkä laitosten py-syvät resurssit ole lisääntyneet samassa tahdissa.

Ympäristötieteissä mahdollisuudet bibliometri-seen tarkasteluun rajoittuvat maailman keskimääräi-seen viittaustasoon vertaamiseen ja huippujulkai-sujen osuuteen. Ympäristötutkimuksen paras jakso näin tarkastellen sijoittuu yhdeksänkymmentäluvun alkuun, jolloin viittaussuorat muutamana vuonna ylittivät selvästi maailman keskitason. 2000-luvulla viittaustaso on ollut hivenen maailman keskitason alapuolella. Vuosina 2006 ja 2007 keskitaso on jäl-leen ylitetty, joskaan yhdeksänkymmentäluvun alun viittaussuorat ei ole ylletty (ks. liite 3i). Huippujul-kaisuilla tarkasteltuna ala on vahvimmillaan 1990-luvun alkupuolella. Uudelleen huippujulkaisujen odotusarvo ylittyy vuosina 2006–2007 (ks. liite 4i).

#### *Kansainvälisyys, liikkuvuus ja yhteistyö*

Ympäristön tutkimus on ollut sängen kansainvälistä useilla osa-alueilla. Useilla tutkimusryhmillä on merkittävää kansainvälistä yhteistyötä erityisesti Eurooppaan ja EU:n tutkimuksen puiteohjelmat ovat merkittävä rahoituskanava tutkimukselle. Jul-kaisutoiminta on kansainvälistynyt voimakkaasti. Kotimaisuustraditio on kuitenkin ollut painolastina joillain ympäristötutkimuksen aloilla esimerkiksi ympäristösosiologiassa ja -historiassa.

Tutkijoiden kansainvälistä liikkuvuutta on ra-joittanut jossain määrin tohtoriopiskelijavaiheessa

sopivan rahoituksen puute. Liikkuvuus on kuiten-kin lisääntynyt kansainvälisten hankkeiden myötä, mutta ei vielä ole riittävää. Kansainvälisten tut-kijoiden tulo Suomeen on melko harvinaista. Tutki-musryhmien olisikin panostettava kansainväliseen rekrytointiin enemmän.

#### *Alan kehittämistarpeet*

Tutkijanuran liittyvät tunnetut ja tunnistetut ongel-mat liittyvät työolosuhteisiin. Työsuhteiden määrä-aikaisuus ja palkkataso sekä ohjauksen puute ovat keskeisiä ongelmia tutkijanuran kehittymisessä. Jat-ko-opiskelijalle tulisi olla selvää jo opiskeluun läh-dettäessä, mitä häneltä odotetaan väitteen jälkeen työelämässä, eli mihin häntä koulutetaan. Työelä-mävalmiuksien ja menetelmällisen osaamisen kehit-täminen tulisi olla keskeisempi osa jatko-opintoja. Ympäristöalan opetus- ja tutkimusvirkojen vähäi-nen määrä aiheuttaa tutkijoille etenemisvaikeuksia urallaan erityisesti post doc -vaiheen jälkeen. Suo-men tiedeyhteisön tulevaisuuden haasteeksi voi-daankin lukea, miten lahjakkaat, kansainvälisesti meritoituneet nuoret tutkijat saadaan rekrytoitua ta-kaisin Suomeen.

Elektroniset aineistot ovat keskeinen osa ympä-ristötutkimuksen infrastruktuuria, johon kaikilla yliopistoilla ja tutkimuslaitoksilla tulisi olla pääsy. Eräät tutkimuslaitokset ovat jo avanneet tai avaa-massa kaikki tutkimusaineistot muiden käyttöön, mutta pääsääntöisesti yliopistojen ja tutkimuslaitos-ten tutkimusaineistot ovat suljettuja muulta tiede-yhteisöltä. Esimerkiksi kansalliset paikkatietoaineis-tot tai tilastoaineistot on suojattu ja hinnoiteltu kal-liiksi. Tutkimusaineistojen hallinnointi tulisi järjes-tää kansallisesti tavoitteena aineistojen hyödyntämi-sen lisääminen. Tämä edellyttää aineistojen yhden-mukaistamista ja tietojärjestelmien käyttöliittymien rakentamista.

Tutkimusasemat ovat tärkeitä ympäristötutki-mukselle, mutta resurssien ja fasiliteettien osittainen keskittäminen parantaisi tutkimusasemien hyödyn-nettävyyttä sekä loisi paremmat edellytykset vä-hempilukuisemman tutkimusasemaverkoston kehit-tämiselle tulevaisuudessa. Tutkimusasemat ja niissä tuotetut aineistot ovat arvokkaita ja ne tulisi saada paremmin yhteiseen tutkimuskäyttöön. Suomessa infrastruktuurien tiekartalle esitetyt ympäristöalan

infrastruktuurit – FinLTSER-verkosto (Finnish Long-Term Socio-Ecological Research network), ICOS (Integrated Carbon Observation System), SMEAR-asetat (Stations for Measuring forest Ecosystem - Atmosphere Relationships) ja Pallas-Sodankylä-tutkimusasema – edustavat kattavia, korkeatasoisia ja monipuolisesti varusteltuja ympäristön vuorovaikutuksiin keskittyneitä tutkimusasemien tai -keskittymien verkostoja, joiden rahoituksesta tulisi huolehtia.

Ympäristötutkimus edellyttää jatkossa uudenlaisia infrastruktuureja vastaamaan moniin asenteisiin ja kuluttajalähtöisiin ympäristöongelmiin (mm. ilmastonmuutos) perustuviin haasteisiin. Esimerkkinä uudenlaisesta infrastruktuurista, joka osaltaan voisi vastata ym. haasteisiin, on pysyvä kansallinen kuluttajapaneeli. Paneelin hallinnoinnin tulisi olla keskitettyä ja sen hyödyntäminen tulisi perustua avoimeen kilpailuun. Paneelista saatavien aineistojen tulisi olla koko tiedeyhteisön käytettävissä.

## 2 TOHTORIKOULUTUS JA TUTKIJANURA

### Tohtorikoulutus

Bio- ja ympäristötieteiden aloilla toimivat tutkijakoulut ovat laajasti verkottuneita ja niiden toiminnassa korostuu jatkokoulutuksen kansainvälisyys, suunnitelmallisuus ja pyrkimys korkeaan laatuun. Tutkijakoulujen käytänteet ovat selkiytäneet ja tehostaneet paitsi väitöskirjatyön tekemistä myös ohjausvastuuta sekä mahdollistaneet monipuolisen ja laaja-alaisen koulutustarjonnan. Alalla toimivat tutkijakoulut antavat keskeisiä valmiuksia erilaisille urapoluille ja huomattava osa väitelleistä siirtyy asiantuntijoiksi akateemisen maailman ulkopuolelle. Tutkijakoulujen tarjoama uravalmennus on vahvistanut valmistuvien tohtoreiden käsitystä omista taidoistaan ja siten edistänyt heidän työllistymistään väitöksen jälkeen.

Tutkijakoulut toimivat keskeisenä väylänä ammattimaiselle tutkijanuralle, joten on ensiarvoisen tärkeää, että järjestelmä perustuu korkeatasoiseen tutkimukseen. Ohjatun ja systemaattisen jatkokoulutuksen takaamiseksi mahdollisimman monelle tohtorikoulutettavalle jokaisen alan koulutusta antavan yliopiston tulisi kuulua tutkijakoulujärjestelmän piiriin.

### Koulutus

Tohtorikoulutuksen tavoitteena on tuottaa syventävän asiantuntemuksen lisäksi laaja-alaista osaamista, joka tarjoaa valmiudet oman alan tutkimuksen lisäksi muihin vaativiin asiantuntijatehtäviin. Mitä enemmän opitaan yleispäteviä lähestymistapoja ja menetelmiä, sitä helpompaa on työllistyä niin julkisen kuin yksityisenkin sektorin asiantuntijatehtäviin. Täten tohtorikoulutuksen sisältöä kehitettäessä tulee kiinnittää yhä enemmän huomiota yleisiin valmiuksiin, kuten johtamiseen, projektinhallintaan ja sosiaalisiin taitoihin. Tieteellinen työ puolestaan kehittää ongelmanratkaisutaitoja ja kykyä hallita laajoja kokonaisuuksia.

Nykyisellään tohtorin tutkinto on kohtuullisen nopea suorittaa ja se antaa valmistuvalla riittävän perehtyneisyyden omalla alallaan sekä hyvät valmi-

udet laajentaa osaamistaan. Tutkijakouluista valmistuvat tohtorit ovat metodologisesti vahvoja osaajia, mutta toisinaan vielä epäitsenäisiä, sillä tutkinnon suorittaminen neljän vuoden tavoiteajassa painottaa vahvaa ohjaamista. Koulutuksen pituudesta ei tulisiakaan enää tinkiä, sillä opiskelijat tarvitsevat aikaa kehittyä. Myös tutkinnon laajuus bio- ja ympäristötieteiden aloilla on sopiva. Formaalisten opintojen suorittamisen lisäksi tutkimustulosten esittäminen ja julkaiseminen on keskeinen osa tohtorikoulutusta. Julkaisukokemus on erittäin tärkeää, ja muun muassa sen ansiosta alalta valmistuneet tohtorit ovat haluttuja post doc -tutkijoita ulkomailla. Julkaisujen lukumäärän sijasta keskeistä on kuitenkin väitöstutkimuksen työmäärä ja laatu, mikä tulisi huomioida myös yliopistojen tutkintovaatimuksissa.

Bio- ja ympäristötieteiden aloilla toimivat tutkijakoulut ovat merkittävästi lisänneet jatko-opintojen suunnitelmallisuutta ja tehostaneet ohjausta, minkä seurauksena myös tutkijakouluista väittelevien keski-ikä on laskenut. Väittelyiän alentamiseksi edelleen huomio tulisi kohdistaa yliopisto-opintojen aloitusikään sekä maisterin- ja tohtorintutkintojen suorittamiseen tavoiteajassa. Nuorena valmistuneet tohtorit sopeutuvat helposti uusiin tehtäviin ja ovat myös kansainvälisesti kilpailukykyisiä, lisäksi tutkinnon lykkääntyminen saattaa kaventaa uravaihtoehtoja.

### Yhteistyö

Tutkijakoulujen keskinäinen yhteistyö, kansainvälinen toiminta sekä kytkennät alan sektoritutkimuslaitoksiin edistävät tohtorikoulutettavien verkottumista ja kasvamista laaja-alaisiksi asiantuntijoiksi. Alalla toimivat tutkijakoulut tekevät runsaasti yhteistyötä kursseja ja kokouksia järjestäessään, joten tohtorikoulutettavat pääsevät jo nykyisellään melko hyvin osallisiksi eri tutkijakoulujen opetustarjonnasta ja näin kartuttamaan laajempaa osaamista. Tutkijakoulujen yhteistyötä tulee edelleen kuitenkin tiivistää ja muun muassa yleisiä valmiuksia antavia kursseja tulee tarjota yhteisesti resurssien säästämiseksi.

### *Tohtorikoulutettavien rekrytointi ja palkkaus*

Tohtorikoulutettavien rekrytoinnissa keskeistä on avoin haku ja läpinäkyvä valintaprosessi. Järjestelmän tulee varmistaa parhaiden tohtorikoulutettavien valikoituminen tutkijanuralle, ja valintaprosessin kehittäminen tutkijakoulujen ja tiedekuntien yhteistyönä nähdään hedelmällisenä vaihtoehtona. Huipulahjakkaiden tohtorikoulutettavien rekrytoimiseksi suomalaisen tutkijakoulujärjestelmän houkuttelevuutta ja tunnettuutta tulisi lisätä, ja opiskelijahaku avata näkyvästi ulkomaille. On toivottavaa, että Bolognan prosessi osaltaan edistää kansainvälisiä liikkuvuutta ja ulkomaisten jatko-opiskelijoiden tuloa Suomeen Keski-Euroopasta.

Alhainen palkkataso on laskenut tohtorikoulutuksen arvostusta sekä tutkijanuran houkuttelevuutta. Tilanteen korjaamiseksi ja eriarvoisuuden vähentämiseksi tutkijakouluille tulee osoittaa valtion palkkausjärjestelmän edellyttämät resurssit tohtorikoulutettavien palkkaamiseen. Myös tutkijakoulukoordinaattorien palkkaus tulee turvata, sillä koordinaattori on tutkijakoulun toiminnan kannalta ehdoton edellytys.

### **Tutkijanura**

#### *Neliportainen tutkijanura*

Neliportaisen tutkijanuramallin tavoitteena on läpinäkyvämpi, ennustettavampi ja tasa-arvoisempi tutkijanura, sekä nykyistä joustavampi liikkuminen uraportaalta toiselle myös eri sektoreiden välillä (Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2008:15). Mallin mukaan akateeminen tutkijanura etenee tohtorikoulutuksesta tutkijatohtorivaiheeseen, jonka jälkeen seuraa akademia- ja yliopistotutkijavaihe ja lopuksi akatemiaprofessorin, professorin ja tutkimusjohtajan tehtävät.

Opetusministeriö on asettanut määrälliset tohtorikoulutustavoitteet korkealle. Vuosittain valmistuvista tohtoreista vain osa voi tai haluaa jatkaa akateemisella uralla, ja nykyisin tohtorikoulutuksen yhtenä tavoitteena onkin asiantuntemuksen syventäminen kilpailukyvyyn lisäämiseksi myös akateemisen maailman ulkopuolisilla työmarkkinoilla. On erittäin tärkeää, että tohtorikoulutusvaiheessa opis-

kelijoiden näkemystä eri uravaihtoehtoista, myös akateemisen maailman ulkopuolisista, selkiytetään. Tätä voidaan edesauttaa muun muassa valitsemalla yksityissektorin tai hallinnon edustaja tutkijakoulun johtoryhmään sekä sisällyttämällä opetustarjontaan hallinto- ja yrittäjyyskoulutusta. On tavoiteltavaa, että tulevaisuudessa tutkijanuran ensimmäinen porras nähdään yhä enenevässä määrin vaiheena, joka tarjoaa valmiudet paitsi ammattimaiselle tutkijanuralle myös muihin vaativiin asiantuntijatehtäviin, ja valinta näiden välillä tehdään pääsääntöisesti ennen uramallin seuraavalle portaalle siirtymistä. Tällöin ammattimaisen tutkijanuran eri vaiheisiin nykyisellään epätasaisesti kohdistuva valintapaine tasapainottuu ja siirtyminen pois akateemiselta uralta tapahtuu tarkoituksenmukaisessa urakehitysvaiheessa. Nyt tutkijanuran puollonkaula on muodostumassa post doc -tutkimuksen jälkeiseen vaiheeseen, sillä akademia- ja yliopistotutkijan virkoja on liian vähän suhteessa hakijamääriin ja edellytetyt meriitit ovat erittäin kovat (rahoitettujen tutkijatohtorien osuus on noin 30 %, mutta akatemiattutkijoiden vain 10 %). Tällä on keskeinen merkitys myös tutkijan itenäistymisen kannalta, sillä ilman virkaa ei voi itenäistyä ja virkaa ei saa ilman osoitusta rahoituksesta ja itsenäisyydestä.

Lahjakkuuksien hakeutuminen ammattimaiselle tutkijanuralle edellyttää tutkijanuran houkuttelevuuden lisäämistä. Tähän voidaan vaikuttaa ennustettavampia urapolkuja ja pitempiaikaisempia rahoitusmuotoja kehittämällä sekä palkkatason kilpailukykyä parantamalla.

#### *Kansainvälisyys*

Suomessa koulutetut tohtorit ovat kysytyjä kansainvälisiin tehtäviin. Ulkomaille lähdetään oppimaan uutta ja parhaimmillaan uusi tieto palautuu tutkijan kotiinpaluun myötä Suomeen. Tähän pitää rohkaista ja kotiinpaluun tueksi tulee kehittää konkreettisia kannustusmuotoja. Myös tiedotusta olemassa olevista kotiinpaluuseen liittyvistä rahoitusmuodoista (Akatemian yleiset tutkimusmäärärahat, tutkijatohtorin projekti, akatemiattutkijan virka sekä EU:n eri rahoitusmuodot) tulee voimakkaasti lisätä. Tohtorikoulutettaville on tärkeää korostaa



jatko-opintojen alusta asti sitä, että korkeisiin tutkimusvirkoihin edellytetään käytännössä kansainvälistä kokemusta. Tohtorikoulutettava voi tehdä jo jatko-opintojensa aikana useamman kuukauden pituisia tutkijavierailuja, mutta liikkuvuuden mahdollisuuksia tulisi edelleen lisätä. Kokonaisvaltaista hyötyä saadaan vastineeksi erityisesti pitkistä ulkomaankausista, ja tutkijoita tuleekin kannustaa lähtemään ulkomaille myös post doc -kauden aikana, vaikka vaatimus se ei saa olla. Suomessa on nykyisin paljon enemmän valinnanvaraa ja korkeatasoista tutkimusta kuin aiemmin, joten näistä syistä johtuen ulkomaille ei ole enää välttämätöntä lähteä.

Yleisesti tutkijanvaihtoon suunnattuja rahoitusmuotoja tulee kehittää entisestään ja niiden tulisi olla houkuttelevia ja soveltuvia myös ulkomaisille post doc -vaiheen tutkijoille sekä nuorehkoille senioritutkijoille. Ulkomaalaisen tutkijan rahoitusmuotoon olisi hyvä sisällyttää myös isäntäryhmälle osoitettu lisäresurssi, joka edesauttaisi tiiviin yhteistyön muodostumista vieraan ja isäntäryhmän välille. Kun ulkomaiset tutkijat työskentelevät relevanteissa hankkeissa ja saavat niistä julkaisuja, on yhteistyö onnistunutta ja jatkuu yhteisprojektin jälkeenkin.

#### *Tasa-arvo*

Tasa-arvo toteutuu nykyisin varsin hyvin tutkijakoulutuksessa. Professoreista selvä enemmistö on kuitenkin yhä miehiä. Perustutkinto- ja tutkijakoulutuksen naisistumisen myötä myös vartuneiden tutkijoiden ja professoreiden sukupuolijakauma tasapainottuu tulevaisuudessa, mutta muutos toteutuu vähitellen uusien virkanimitysten myötä. Ulkomaille lähteminen on etenkin naistutkijoille yhä hankalaa, joten keinoja esteiden poistamiseksi tulee edelleen kehittää.

#### *Työllistyminen/tohtoritarve*

Bio- ja ympäristötieteiden aloilta tohtoritutkinnon suorittaneet työllistyvät hyvin ja erilaisiin tehtäviin, joissa heidän osaamisensa hyödyttää yhteiskuntaa. Tyypillisimmin alalta tohtoroituneet työllistyvät julkiselle sektorille tutkimus- ja kehittämistehtäviin, mutta iso osa siirtyy myös yksityisen sektorin palvelukseen. Elinkeinoelämässä tohtorintutkintoon liittyy vielä jonkin verran ennakoasenteita, mutta muutos positiivisempaan suuntaan on kuitenkin jo tapahtunut ja nykyisin myös akateemisen maailman ulkopuolelta hakeudutaan syventämään asiantuntemusta jatko-opinnoilla. Sektoreiden välisiä rajoja ylittävät rahoitusmuodot ovat tärkeitä ja tiedostusta niistä tulisi lisätä. Esimerkiksi väitöskirjan loppuunsaattaminen työelämässä -rahoitusmuoto tarjoaa hyvän mahdollisuuden jatkokoulukseen, vaikka onkin kestoltaan lyhyt.

Tutkimuspuolella tohtoreista on tietyillä aloilla jopa pulaa johtuen tohtorityövoiman suuresta kysynnästä akateemisen maailman ulkopuolella. Tulevaisuuden tohtoritarpeen arvioimiseksi tarvitaan alakohtainen tohtoritarvekartoitus sekä perusteellinen tutkimus tohtoreiden sijoittumisesta työelämään. Näkemyksiä tohtoritarpeesta tulisi kerätä sekä yliopistoilta, tutkimuslaitoksilta että keskeisiltä yritysiltä.

Työmarkkinoiden vetovoimaisuus nähdään myös yhtenä syynä sille, että tohtorintutkinnon jälkeen ei lähdetä ulkomaille; tohtori voi valita työpaikkansa Suomesta. Vuonna 2007 julkaistu kansainvälistymistä ja kansainvälistymiseen liittyvien esteiden kartoittamista, tutkijavaihdon toimivuutta sekä senioritutkijatason vaihtomahdollisuuksia käsittelevä tutkimus (Suomen Akatemian julkaisu 7/2007) tulisi toistaa säännöllisin väliajoin olemassa olevien tukimuotojen vaikuttavuuden arvioimiseksi ja uusien kehityskohteiden identifioimiseksi.

# 3 TUTKIMUKSEN INFRASTRUKTUURIT

Asianmukainen infrastruktuuri on menestyksellään tutkimuksen edellytys. Tarvittava ja välttämätön infrastruktuuri vaihtelee ajoittain biotieteissä ja ympäristön tutkimuksessa. Lähes kaikilla biotieteen aloilla erityiset laitteet ovat tutkimukselle välttämättömiä. Monella ympäristön tutkimuksen alalla keskeisintä infrastruktuuria ovat puolestaan tutkimusasemaverkosto, erilaiset havainnointijärjestelmät, laboratoriot ja tilastoaineistot. Molekyylibiologisten laboratorioden tarve on viimeisen 10 vuoden aikana kasvanut rajusti myös ympäristön tutkimuksessa, erityisesti ekologian, evoluutiikan ja populaatiogeneetiikan aloilla. Myös transgeenisii eläimiä, laitekeskittyviä ja erilaisten menetelmien hallintaa voidaan pitää tärkeänä infrastruktuurina. Infrastruktuuria tarvitaan sekä paikallisesti, alueellisesti että kansainvälisesti, mikä tulee huomioida infrastruktuuria suunniteltaessa.

Tutkimusinfrastruktuurin tila on tällä hetkellä ongelmallinen, ja siihen täytyy panostaa lähitulevaisuudessa. Suuri osa infrastruktuurista on lähellä tutkimusryhmiä, joten puutteet ovat ensi sijassa paikallisia. Paikallinen infrastruktuuri uhkaa vanheta ja jäädä vaille huoltoa varojen puutteesta johtuen. Kansainvälisen infrastruktuurin, esimerkiksi EMBL (European Molecular Biology Laboratory), merkitys tutkimukselle on suuri, sillä sen kautta päästään käsiksi kansallisesti liian kalliisiin laitteistoihin ja kansainvälisessä yhteistyössä kehitettyihin menetelmiin. EU:n merkitys kansainvälisen infrastruktuurin kehittäjänä vahvistuu ja Suomen on toimittava kehitystyön yhtenä uskottavana osapuolena.

## Henkilöstö

Asiantuntevan infrastruktuuria hoitavan henkilökunnan puute on ongelma usealla biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alalla. Infrastruktuuriksi ei riitä pelkkä kone tai laite, vaan sen oheen tarvitaan henkilöstöä käyttämään, ylläpitämään ja päivittämään sitä sekä opastamaan sen käytössä. Laitteista huolehtivien asiantuntijoiden, muun muassa bioinformaattikoiden, puute johtaa laitteiden käyttökel-

poisuuden vähenemiseen ja laitteiston ennen aikaiseen vanhenemiseen. Henkilöstön puute hidastaa tutkimusta. Infrastruktuurien suunnittelussa ja rahoituksessa tulisikin huomioida laitteisiin ja ohjelmistoihin kuluvan rahan lisäksi osaavan ja pysyvän henkilöstön palkkaamisen aiheuttamat kustannukset. Core-yksikköjen turvaaminen on tärkeää useille aloille. Yhä uudet alat siirtyvät niiden piiriin, mikä edesauttaa poikkitieteellisen tutkimuksen syntyä, mutta lisää myös vaatimuksia osaavan henkilöstön palkkaukseen.

## Laitteistot ja laboratoriot

Tärkeän laitteiston vanheneminen on usean alan ongelma. Yliopistojen opetuslaitteiston ikääntyminen vaarantaa alan koulutuksen, ja laitteiston uusiminen on tärkeää. Jotkut alat, kuten neurotiede, ovat niin riippuvaisia laitteista, että viimeisimmät kuvantamis- ym. funktionaaliset menetelmät saattavat olla välttämättömiä tutkimuksen julkaisemiselle. Lähes kaikilla aloilla tutkimuksen kannalta toimivat laboratoriot asianmukaisine laitteistoineen ovat tutkimuksen ehdoton edellytys. Lisäksi laitteistojen ja laboratorioden tarve kasvaa jatkuvasti, sillä yhä uudet alat hyödyntävät niitä. Toisilla aloilla, kuten luonnonmaantieteellisessä tutkimuksessa, tarvittavia laboratoriotöitä tehdään vain vähän itse, ja erikoisosaamista vaativat työt hankitaan palveluina erikoislaboratorioista. Alalle tärkeitä fyysisiä infrastruktuureja ovatkin ensisijassa laadukkaat tutkimusympäristöt.

Kaupallisten laboratorioden käyttö on harvoin mahdollista, sillä tutkijoiden työ on suurelta osin menetelmien sopeuttamista eikä vakiintuneisiin käytäntöihin perustuvaa massatyötä. Myös laitteistojen keskittämismahdollisuudet ovat rajalliset, sillä tutkijat tarvitsevat laitteistoa paikallisesti muun muassa kehittäessään menetelmiä uusille eliöille. Yksiköiden laboratorioissa koulutetaan myös käytännön työn myötä alan asiantuntijoita.

Tällä hetkellä infrastruktuurihankinnat ovat instituutiotasoisia päätöksiä. Monet tutkimukselle

välttämättömät infrastruktuurit ovat kalliita, joten yhteistyöllä ja esimerkiksi yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen välisellä yhteistyöllä sellaisten laitteistojen, jotka voidaan keskittää, hankinta helpotuisi. Esimerkiksi elintarviketieteissä Jokioisten, Espoon ja Viikin tutkimusyksiköt voisivat pohtia yhteisiä pilottitason laitehankintoja, mutta tämä ei tarkoita laitteiden sijoittamista vain yhteen paikkaan. Laitehankintoja suunniteltaessa on turvattava mahdollisimman laaja infrastruktuurin käyttömahdollisuus ja se pitää rakentaa useampien tutkimusalojen tarpeet huomioon ottaen. Esimerkiksi Biokeskus Suomen käyttömahdollisuuksia muiden kuin vaikiintuneiden mallieliöiden hyödyntämiseen tulisi tarkastella.

### **Aineistot, kirjastot ja kokoelmat**

Erilaisten tutkimusaineistojen saattaminen yleiseen tutkimuskäyttöön on biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen aloilla tärkeää. Aloille merkittäviä aineistoja ovat muun muassa tilasto- ja paikkatietoaineistot, satelliittikuvat, ohjelmistot, aikasarjat ja kenttäkoedatat. Monien valmiiden julkisella rahalla kerättyjen aineistojen hinnat ovat yksittäisen tutkijan hankittaviksi niin korkeat, että niiden käyttö on mahdotonta. Resursointia hankaloittaa lisäksi se, että kalliitakaan aineistoja ei tavallisesti pidetä erityistä tukea tarvitsevinä infrastruktuureina. Koko alalle toimivat ja kattavat kirjastot ovat ehdoton edellytys. Kasvi- ja eläinkokoelmat ovat keskeisiä ekologisen ja evolutiivisen tutkimuksen kannalta. Tarkkojen paikkatietojen myötä voidaan seurata eliöiden leviämistä ja häviämistä ympäristömuutosten seurauksena. Ne myös mahdollistavat DNA-näytteiden analyysin hyvinkin vanhoista näytteistä, jolloin voidaan verrata nykyisten populaatioiden perimää samalla alueella aiemmin eläneisiin populaatioihin. Kokoelmat ovat myös edellytys lajintuntemuksen opettamiselle, joka puolestaan luo pohjan koko biodiversiteettitutkimukselle.

Elektroniset aineistot ovat keskeinen useiden tutkimusalojen infrastruktuuri, johon kaikilla yliopistoilla ja tutkimuslaitoksilla tulisi olla pääsy. Eräät tutkimuslaitokset (mm. Suomen ympäristökeskus ja Ilmatieteen laitos) ovat avaamassa kaikki tutkimusaineistot muiden käyttöön, mutta pääsään-

töisesti yliopistotutkijoiden ja tutkimuslaitosten tutkimusaineistot ovat suljettuja muulta tiedeyhteisöltä. Esimerkiksi paikkatietoa keskeisesti tuottava Maanmittauslaitos tai tilastotietoa tuottava Tilastokeskus suojaavat ja hinnoittelevat kalliiksi aineiston. Tutkimuslaitosten hallinnointi tulisi näiltä osin keskittää, tavoitteena aineistojen hyödyntämisen lisääminen. Tämä edellyttää aineistojen yhdenmuikaistamista ja tietojärjestelmien käyttöliittymien rakentamista. Instituutioiden keräämien ja ylläpitämien aineistojen lisäksi harrastajien ja yksittäisten tutkijoiden aineistojen säilyminen tulisi turvata ja käyttömahdollisuuksia lisätä tutkimusmahdollisuuksien kehittämiseksi. Aineistojen käytettävyyden ja säilyvyyden kannalta on erityisen tärkeää arkistoida aineistot järjestelmällisesti. Nyt jo olemassa olevia tietoarkistoja tulee hyödyntää entistä paremmin ja arkistointijärjestelmiä tulee kehittää. Erityisesti tulee huolehtia pitkäaikaisdatasta.

Tietyt aineistot kaipaavat keskinäistä koordinaatiota ja täydennystä. Esimerkiksi mikrobiologiassa kantakokoelmat ovat alalle spesifiä infrastruktuuria, ja niiden välille tarvitaan koordinaatiota eri kokoelmien välisen yhteistyön turvaamiseksi. Myös oman kansallisen mikrobivaraston kerääminen on tarpeen, sillä kansainvälisten varastojen käyttö kalistuu, ja tutkijoiden omat kokoelmat on saatava yhteiseen käyttöön. Genomista tietoa kokoavassa genomikeskuksessa on tällä hetkellä käytössä vain ihmistä koskevaa tietoa. Aineistoa tulisi täydentää muiden eliöiden genomisella tiedolla, jolloin myös muun muassa evoluutiotutkimuksen käyttömahdollisuudet kasvaisivat. Osaamista genomisen tiedon hyödyntämiseksi tulee myös lisätä.

### **Tutkimusasemat, -alukset ja verkostot**

Ympäristön havainnointiin liittyvät järjestelmät, esimerkiksi tutkimusalukset ja vuomittausasemat, ovat tutkimukselle aivan keskeisiä. Suomen kattava tutkimusasemaverkosto on kansainvälisesti ainutlaatuinen ja vetävä infrastruktuuri, joka on edesauttanut etenkin ekologisen, ympäristön ja vesitutkimuksen, maatalous- ja metsätieteellisen sekä maantieteen ja aluetutkimuksen vahvistumista. Tutkimusasemat ja niissä tuotetut aineistot tulisi saada yhteiseen käyttöön ja niitä on kehitettävä edelleen. Esimerkiksi

ekologisen tutkimuksen kehittämiseksi niiden yhteyteen tulee lisätä maa- ja vesitilat. Vesialan tutkimuksen kannalta tutkimusalukset ovat ehdoton edellytys pitkien aikasarjojen kokoamisen ja tutkimuksen menestyksen kannalta.

Suomessa infrastruktuurien tiekartalle esitetty LTSER-verkosto (Finnish Long-Term Socio-Ecological Research network, FinLTSER) pyrkii tarjoamaan avoimen maan kattavan korkeatasoisesti ja monipuolisesti varustellun ekologisiin ja sosio-ekologisiin vuorovaikutuksiin keskittyneen tutkimus-asemien tai -keskittymien verkoston. Sen tavoitteena on lisätä synergiaa yliopistojen ja kenttäasemien välille. Lisäksi Kotkassa toimintansa aloittaneen merikeskuksen tavoitteena on tuoda yhteen yhteiskuntatieteitä, historiaa ja merentutkimusta.

### **Uudet infrastruktuurit**

Biotieteellisten ja ympäristötutkimuksen tutkimusalojen tutkimukseen tarvitaan uudenlaista infrastruktuuria. Esimerkiksi ympäristön tutkimuksessa uudet haasteet ovat nousseet perinteisten infrastruktuurien rinnalle. Jatkossa tarvitaan järjestelmiä olemassa olevien infrastruktuurien yhdistämiseen sekä keskitettyjen tutkimusalojen ja uusien keskitettyjen sosiaalisten infrastruktuurien kehittämiseen. Yksi uusi avaus ympäristötutkimuksen alalla on pyssyvä, edustava, kansallinen kuluttajaneeli, joka kykenisi vastaamaan moniin asenteisiin ja kuluttajalähtöisiin ympäristöongelmiin perustuviin haasteisiin. Paneelin hallinnoinnin tulisi olla keskitettyä ja sen hyödyntäminen tulisi perustua avoimeen kilpailuun. Paneelista saatavat aineistot tulisi olla koko tiedeyhteisön käytettävissä.

# 4 TUTKIMUKSEN YHTEISKUNNALLINEN VAIKUTTAVUUS

## Vaikuttavuusarvioinnin nykyinen tilanne

Tiede on tärkeä tekijä eri maiden tuottavuuden kasvun selittäjänä mutta malleja, jotka kuvaisivat tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen ja taloudellisen kasvun ja tuottavuuden yhteyksiä, kehitetään edelleen. Monissa OECD-maissa on ryhdytty kirjaamaan tutkimus- ja kehittämisinvestointit osaksi kansantalouden tilinpitoa, josta odotetaan uutta ja luotettavampaa tietoa investointien vaikutuksesta talouden tulevaan kehitykseen.

Taloutta ongelmallisemmaksi on osoittautunut tutkimuksen muiden yhteiskunnallisten vaikutusten kokonaisvaltainen arvioiminen. Syynä tähän on pidetty sitä, että taloudellisia arvoja on helpompi mitata ja tutkimuksen vaikutuksia onkin pääasiassa mitattu taloudellisissa yhteyksissä. Tätäkin hankalampi tosiasia on se, että nämä vaikutukset ovat usein ei-materiaalisia, diffuuseja ja ilmenevät pitkällä aikaviiveellä. Systemaattista kuvaustapaa, jolla ei-taloudellisia vaikutuksia voitaisiin yksityiskohtaisesti kuvata, ei toistaiseksi ole kehitetty vaikka ponnistelut sellaisen luomiseksi ovatkin aktiivisia. Merkittävänä esteenä uuden ajattelutavan kehittämiselle ovat edelleen ajattelutapoja hallitsevat panos-tuotosajattelu ja vaikuttavuuden synnyn lineaarimalli. Kuitenkin tieteen vaikutukset syntyvät yhä useammin tieteen ja käytännön vuorovaikutuksena. Biotieteissä ja ympäristön tutkimuksessa yhteiskunnallinen vaikuttavuus toteutuu sekä lineaari- että vuorovaikutusmallin mukaisesti.

## Tutkimuksen vaikuttavuus

Tutkimuksen yhteiskunnallisilla vaikutuksilla viitataan taloudellisten ja teknologisten vaikutusten lisäksi niihin muutoksiin, joita tutkimus ja sen tulokset saavat aikaan ympäristössä, kulttuurissa tai esimerkiksi ihmisten terveydessä. Joskus tutkimus johtaa suoraan sovellukseen, joka tuottaa välitöntä taloudellista hyötyä tai muita vaikutuksia. Toisaalta tutkimuksen vaikutukset saattavat olla havaittavissa vasta vuosien viiveellä. Usein vaikutukset ovat yhteenkietoutuneita tai tukevat toisiaan: kulttuuriset muutokset voivat vaikuttaa ihmisten käyttäytymi-

seen tavalla, joka johtaa myös ympäristövaikutuksiin, ympäristövaikutukset taas saattavat joko parantaa tai huonontaa ihmisten terveydentilaa. Vaikka systemaattista ja kattavaa vaikuttavuutta koskevaa kehikkoa ei ole kyetty kehittämään, on kuitenkin mahdollista tunnistaa monia tapauksia, joissa biotieteiden ja ympäristön tutkimuksella on ilmeinen vaikutus yhteiskuntaan, hyvinvointiin ja luonnon kestävykseen ihmistöimiin liittyen. Monilla aloilla yhteys tutkimuksesta käytännön sovelluksiin on lyhyt. Elintarvike- ja energia-alalla toimivat huippuyksiköt tuottavat sekä tieteellisesti että yhteiskunnallisesti vaikuttavaa tietoa, jonka aikajänne sovelluksiin vaihtelee. Elintarviketutkimusta hyödynnetään elintarvikkeiden turvallisuuden ja laadun parantamisessa ja uusien elintarvikkeiden kehittämisessä. Energiatutkimuksen alalla kehitellään uusia mahdollisuuksia vihreään energiantuotantoon, jolla voi tulevaisuudessa olla ratkaiseva merkitys maailman energiahuollossa. Ekologinen tutkimus on tuottanut käytännön sovelluksia luonnonvaraisten eliöiden kestävästä käytöstä ohjeistukseen ja suojelutoimiin. Evoluutiotutkimus tuottaa puolestaan lääketieteelle soveltuvaa uutta tietoa ihmisen evoluutiohistoriasta ja sairaalabakteerien aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi.

## Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen vaikutuksia

Biotieteiden yhteiskunnallinen merkitys tulee kasvamaan tulevaisuudessa. On arvioitu, että bioteknologia tulee muuttamaan koko maailman 100 vuoden sisällä. Kuluva vuosisataa onkin kutsuttu biotieteiden vuosisadaksi. Esimerkiksi lääketeknologia ja geenitekniikka ovat kasvava osa kansantaloutta. On tärkeää myös investoida alalle, jolta tulevaisuudessa voidaan odottaa merkittäviä voittoja.

Biotieteellisen ja ympäristön tutkimuksen alan tutkimus on tehnyt eliöiden ja ympäristömme rakennetta sekä toimintaa tunnetummaksi ja näin mahdollistanut tehokkaamman reagoinnin uhkaviin muutoksiin. Ilmastonmuutos on yksi merkittävimmistä haasteista, joihin bio- ja ympäristötieteel-

linen tutkimus voi vastata. Fysikaalisilla tieteillä on ollut toistaiseksi hallitseva asema ilmastomuutoksen hillinnän ja sopeutumisen tutkimuksessa ja vaikutusten arvioinnissa. Ilmastomuutokseen sopeutumisen kannalta bio- ja ympäristötieteiden merkitys tulee jatkuvasti kasvamaan. Esimerkiksi aluetieteessä ja maantieteessä tehtyjen mallinnusten avulla voidaan ennustaa, millaisia vaikutuksia ilmastomuutoksella on eri alueille ja niiden yhdyskuntarakenteelle. Ilmastomuutoksen vaikutus maatalouteen on tärkeä kysymys elintarviketieteissä. Ekologinen mallintaminen taas pyrkii vastaamaan lämpötilamuutoksiin liittyviin biologisiin kysymyksiin kuten siihen, millaisia muutoksia eliöiden esiintymisessä tulee tapahtumaan. Ilmastopolitiikan tutkimus on ollut keskeisessä asemassa ilmastopolitiikan kehittämisessä. Ennakoinnin ja sopeutumisen lisäksi alojen tutkimuksessa on etsitty keinoja hillitä ilmastomuutosta: ajatus päästökäytännöstä on kehitetty ympäristötaloustieteessä. Ilmastomuutuksessa myös mikrobit muuttuvat.

Ilmastomuutoksen aiheuttamien haasteiden lisäksi biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen parissa on etsitty ratkaisuja myös muihin ympäristöongelmiin. Esimerkiksi mikrobiologiassa kehitetyllä menetelmällä on onnistuttu puhdistamaan saastuneita maa-alueita mikrobien avulla. Mikrobiologiassa on lisäksi kehitetty muun muassa borreliosisin diagnostiikkaa ja utaretulehduksen tunnistamista ja hoitoa. Kasvibiologiassa tehtävän tutkimuksen avulla pyritään kehittämään keinoja kasvien kokonaisvaltaiseksi hyödyntämiseksi ja uusien, puhtaiden energianlähteiden löytämiseksi. Myös ekologiassa tuotetaan tärkeää tietoa uusien energiamuotojen löytämiseksi. Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alat voivat tarjota ratkaisuja ruuan laatuun ja riittävyyteen liittyviin ongelmiin, joita ilmastomuutos tulee osaltaan lisäämään. Menestyksellisenä esimerkkinä maatalous- ja metsätieteiden alueelta voi mainita mansikan kasvuketjun mallintamisen, jonka seurauksena marjan tuotantoa hehtaaria kohden onnistuttiin kasvattamaan merkittävästi. Kasvibiologiassa kasvien genomien tunnistaminen tulee kymmenen vuoden sisällä osaksi tutkimuksellista rutiinia. Tällöin voidaan helpommin selvittää, miten kasvit kasvavat ja tätä kautta pyrkiä kasvattamaan satomääriä. Maailman katastrofien lisääntyessä omavaraisuutta pitäisi lisätä. Toisaalta te-

hotuotanto on osaltaan lisännyt mikrobiologisia ongelmia (karjatalous, vesiviljely, suursairaalat), joihin tutkimuksella on kehitettävä toimivia ratkaisuja. Tärkeää on myös varautua uusiin kasvitauteihin, joita ilmastomuutos tuo pohjoiseen. Tähän haasteeseen pyritään vastaamaan mikrobiologiassa. Elintarvikeketjun turvallisuus ja kansanterveyteen liittyvät kysymykset taas ovat keskeisiä tutkimusaiheita elintarviketieteessä.

Ravitsemukseen liittyvien aiheiden lisäksi myös muut terveyden edistämisen kysymykset ovat useiden biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alojen tarkastelun kohteina. Eliöiden toiminnasta saatava lisätieto mahdollistaa tehokkaamman terveyden- ja sairaanhoidon. Odotettavissa on, että biotieteet tulevat tuottamaan uusia diagnostisia menetelmiä, jotka auttavat lääkäreitä vastaamaan muun muassa länsimaisen väestön ikääntymiseen liittyviin ongelmiin. Alalla tullaan esimerkiksi kehittämään menetelmiä, joilla voidaan tarkastella elävien solujen sisäisiä atomitaso interaktioita. Mikrobiologit puolestaan etsivät syöpään parannuskeinoa menetelmistä, joissa apuna käytetään viruksia. Mikrobiologista ja evoluutiobiologista tutkimusta tarvitaan myös ilmastomuutoksen, tehotuotannon ja matkustamisen lisäämisen virulenssin aiheuttamien haasteiden voittamiseen. Merkittävät yhteiskunnalliset vaikutukset eivät aina edellytä suuria innovaatioita: jos neurotutkimuksella onnistuttaisiin vähentämään mielen- ja terveysalan nykyisiä 4,5 miljardin euron kustannuksia hiukankin, olisivat hyödyt valtavat.

Ilmastomuutoksen, ympäristön, ravinnon ja terveyden lisäksi biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alat vaikuttavat ihmisten maailmankuvaan ja heidän asenteisiinsa. Esimerkiksi yksi ympäristötutkimuksen tarkoituksista on muuttaa sekä kansallisia että kansainvälisiä instituutioita ja edistää tutkimustiedon hyödyntämistä poliittisessa päätöksenteossa. Itämeren tutkimus on lisännyt tietoa Itämeren tilasta ja vaikuttanut ihmisten arvostuksiin meren suojelun kannalta myönteisellä tavalla. Biotieteiden uskotaan tuottavan kokonaisvaltaisemman käsityksen luonnosta ja yhteiskunnasta. Tiedon lisääntyminen muokkaa ihmisten suhtautumista sekä ympäristöönsä että itseensä ja vaikuttaa heidän käyttäytymiseensä – joskin muutos saattaa tapahtua hitaasti.

## 5 BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN KEHITTÄMISTARPEET

Eri alat ovat kehityksessään eri vaiheissa ja niiden haasteet ovat sen myötä erilaisia, mikä on nähtävissä edellä aloja koskevissa kehittämisehdotuksissa. On kuitenkin mahdollista hahmottaa muutamia kaikille aloille yhteisiä kehittämistarpeita.

Nykyisen tutkijaurajärjestelmän ongelmana on, että se synnyttää uralle kohtuuttomia valintapaineita. Aiempi post doc -vaiheeseen liittyvä pullonkaula on nyt siirtymässä senioritutkijavaiheeseen. Tutkijanurajärjestelmä on ja sen tulee olla valikoiva siten, että vaiheesta toiseen siirryttäessä tapahtuu merkittävää karsintaa. *Valintapaineen kuitenkin tulee olla ennakoitavissa uran eri vaiheissa ja joustavilla rahoitusmekanismeilla tulee estää karsinnan liiallinen vaihtelu uran eri vaiheiden välillä. Tutkijanuralle kohdennettujen voimavarojen kohdentamisessa tulisi entistä selkeämmin ottaa huomioon valintapaine.* Valintakriteerejä kussakin uravaiheessa tulee tarkentaa siten, että koko järjestelmän laadun hallinta kehittyy. Urajärjestelmää tulisi myös kehittää niin, että yhteiskunnan muihinkin kuin akateemisiin tutkimustehtäviin suuntautuvien tutkijoiden osaaminen kehittyy tarkoituksenmukaisesti. Esimerkiksi tutkijakoulutuksessa tulee kautta linjan huomioida nykyistä paremmin muissa yhteiskunnallisissa tehtävissä tarvittavat valmiudet. Tohtorintutkinon suorittamisen tulee olla selkeä meriitti sen suorittajille myös muilla kuin Suomen Akatemian rahoittamilla tutkijan työmarkkinoilla.

*Bioalojen tutkijankoulutus on suhteessa muihin tieteenaloihin aliresursoitu.* Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnan edustamilla aloilla on vain 14 prosenttia kaikista tutkijakoulupaikoista, kun taas terveydentutkimuksen-, kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen- ja luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikuntien osuudet ovat vastaavasti 17 prosenttia, 26 prosenttia ja 43 prosenttia. Tämä ei ole oikeassa suhteessa toimikuntien edustamien alojen tohtorin työllistymiseen eikä toimikuntien merkitykseen kansainvälisesti korkeatasoisen tieteen edistämisessä.

Suomalaisen tutkimusjärjestelmän kansainvälistäminen ja yhteistyön lisääminen ovat olleet keskei-

sä tavoitteita tutkimusjärjestelmämme kehittämässä. Suomalainen tutkimus kiinnostaa aiempaa enemmän ulkomailta Suomeen tulevia tohtoriopiskelijoita ja mahdollisuudet rekrytoida ulkomaalaisia opiskelijoita ovat parantuneet. Sen sijaan liikkuvuus Suomesta ulkomaille on huolestuttavan alhainen. Yhtenä syynä tähän on viimeisten viidentoista vuoden aikana merkittävästi kehittynyt kotimainen tutkimus- ja tutkijankoulutusjärjestelmä. *Kuitenkin olisi tarkoituksenmukaista edellyttää, että tutkijat kartuttavat osaamista myös ulkomailta sekä tohtorikoulutusvaiheessa että erityisesti post doc -vaiheessa.* Tällä hetkellä runsas viidesosa post doc -vaiheen tutkijoista lähtee väitöskirjan valmistumisen jälkeen ulkomaille.

Nykyisellään ulkomailta tapahtuva työskentely ei ole tutkijoille riittävän houkuttelevaa. Tutkimusrahoitusjärjestelmää tulisikin kehittää niin, että tutkimustyön käytännön toteuttaminen tulee entistä joustavammaksi. Esimerkiksi perheen tukea tulisi mahdollisuuksien mukaan lisätä tasa-arvon edistämiseksi. *Erytystä huomiota tulee kiinnittää tutkijoiden ulkomailta paluun ehtoihin.* Pelko oman aseman heikkenemisestä voi toistaiseksi vielä toimia jonkinlaisena jarruna, joka rajoittaa ulkomaisten vierailujen määrää. Ulkomaille lähteville tutkijoille tulisi tarjota paluupaikka ja rahoitus vähintään vuodeksi kotimaahan paluun jälkeen. Erytishuomiota vaativille aloille tulee suunnata rahoitusta. Tietoisuutta ulkomailta hankitun osaamisen merkityksestä tulisi myös vahvistaa. Käytäntö on osoittanut, että lähes poikkeuksetta ulkomainen kokemus on edellytys korkeimpien tieteellisten virkojen saavuttamiselle.

Monilla aloilla on huoli tohtoriopiskelijoiden riittävydestä. Tämän vuoksi *ulkomaisten opiskelijoiden rekrytointia on pyrittävä kehittämään nykyistä tehokkaammaksi.* Suomalaisesta tutkijankoulutusjärjestelmästä tulisi tehdä kansainvälisesti kilpailukykyinen lahjakkaiden ulkomaisten tohtoriopiskelijoiden houkuttelemiseksi Suomeen. Yhteinen haku aika ulkomaalaisille opiskelijoille helpotaisi ja tehostaisi opiskelijavalintaa. Haku voitaisiin

koordinoida ajallisesti keskeisten tutkimusrahoitus- päätösten ajoituksen kanssa. Huippuyksiköt ovat olleet yksi tutkimusjärjestelmän kiinnostavuutta li- sännyt tekijä ja näiden merkitystä ja yhteistyötä tut- kijakoulujen kanssa tulisi tiivistää entisestään.

*Väitöskirjatöiden laatuvaatimuksiin tulee kiin- nittää erityistä huomiota.* Kehittämisessä on otetta- va huomioon EU:n tohtorikoulutusta koskevat yli- opistopoliittiset linjaukset. Nykyisin vaatimukset eri yliopistojen kesken myös Suomessa poikkeavat toisistaan. Liiallista artikkelimäärän korostusta tulisi välttää ja *aiempaa enemmän huomiota tulisi kiinnit- tää väitöskirjoissa julkaistavien artikkelien laatuun.* Yksi tieteellisen läpimurron sisältävä artikkeli kor- keatasoisessa julkaisussa on merkittävämpi ja tie- teellisesti vaikuttavampi kuin suurempi määrä sup- peita ja näkymättömämmillä foorumeilla julkaistuja.

Monilla aloilla toiminnan pirstoutuminen on edelleenkin ongelma. Sekä selkeä profiloituminen että vahvistuva yhteistyö kansallisella tasolla voivat osaltaan vähentää pirstoutumisen ongelmaa. Suomi on pieni maa, mikä asettaa rajoja laitosten koolle. *Kriittisen massan saavuttaminen edellyttää nykyistä vahvempia yhteistyörakenteita niin yliopistojen si- sällä kuin niiden välilläkin.* Myös yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhteistyötä tulee vahvistaa. Mah- dollisuuksien mukaan niiden toimintaa tulisi keskit- tää yhteisille kampuksille. Muun muassa yhteiset la- boratoriotilat tehostaisivat yhteistyötä ja -toimintaa. Kokemukset yliopistojen ja tutkimuslaitosten yh- teisprofessuureista ovat olleet hyviä. Pirstoutumista on lisännyt myös nykyinen rahoituksen sirpaleisuus ja lyhytjännitteisyys. Laitosten tutkimuksen kasvu on perustunut pääosin ulkopuoliseen rahoitukseen, joka on luonteeltaan lyhytjänteistä ja siten pitkäjän- teisyyttä vaativaan kehittämiseen epätarkoituksen- mukaista. Vaikka kilpaillun rahoituksen lisääntymi- nen onkin antanut tutkijoille uusia mahdollisuuksia ja osaltaan nostanut tutkimuksen laatutasoa se on samalla merkinnyt riippuvuuden kasvua lyhytaikai- sista rahoituslähteistä. *Nykyistä parempi tutkimuk- sen perusresurssien ja ulkopuolisen rahoituksen kas- vun välinen tasapaino olisi ensiarvoisen tärkeä.* Alo- ja integroivilla tutkimusohjelmilla voidaan tulevai- suudessakin lisätä tutkijoiden yhteistyötä ja vähen- tää toiminnan pirstoutuneisuutta.

Viime vuosina toteutunut kansainvälisyyden voimakas korostaminen on osaltaan vienyt huomio- ta pois kansallisen yhteistyön kehittämisen tarpeis- ta. Monissa tapauksissa aloilta puuttuvat kiinteät yhteistyörakenteet, jotka tähtäävät alan yhteiseen aktiiviseen kehittämiseen. Kansalliset tieteenalapäi- vät, joita joillakin aloilla jo järjestetään, voisivat olla yksi keino vahvistaa tutkimusjärjestelmän sisäistä yhteistyötä ja alan tutkijoiden yhteistä tieteenalai- dentiteettiä. Näille koottaisiin yhteen tietyn alan tutkijat Suomesta. Kansainvälisyyttä voitaisiin sa- malla edistää kutsumalla mukaan ulkomaisia key note -puhujia. Suomen Akatemiassa vuonna 2008 järjestetyissä työpajoissa esitettiin, että esimerkiksi kerran tai kaksi kunkin toimikuntakauden aikana järjestettävät työpajat voisivat myös toimia yhteis- työn suunnittelun foorumina. *Yhteistyöfoorumien kehittämiseen ja resursointiin on kiinnitettävä huo- miota.*

Tutkimuksen infrastruktuurit ovat keskeisessä asemassa alan toimivuuden ja kehityksen kannalta. Toimikunnan tutkimus on laaja-alaista ja aloille tär- keiden infrastruktuurien merkitys vaihtelee. Yhtei- nen ongelma kaikilla aloilla on infrastruktuurien käyttöön erikoistuneen henkilökunnan palkkaukseen tarvittavan rahoituksen vähäisyys. *Jatkuvasti moni- mutkaistuvien laitteistojen käyttöön erikoistunutta vakainaista henkilökuntaa on voitava lisätä.* Vain siten voidaan turvata infrastruktuurien tehokas käyttö, jat- kuva ylläpito ja kehittäminen. Jatkovaa ylläpitoa ja uusimista tarvitsevat laitteistot ovat erityisen tärkeitä bioaloilla. Ympäristön tutkimuksen aloilla puolestaan tärkeitä ovat erilaiset tutkimusaineistot ja aikasarjat, joiden saatavuudesta ja jatkuvuudesta tulisi huolehtia. Erilaisten laitteistojen merkitys myös ympäristön tutkimuksessa sekä opetuksessa on kasvanut voimak- kaasti viimeisen 15 vuoden aikana. Suomalainen tut- kimusasemaverkosto on ainutlaatuinen vahvuus, jota eri alojen tutkijat voivat hyödyntää. *Tutkimus- asemaverkosta voidaan vahvistaa niiden työnjakoa järkevästi kehittämällä.*

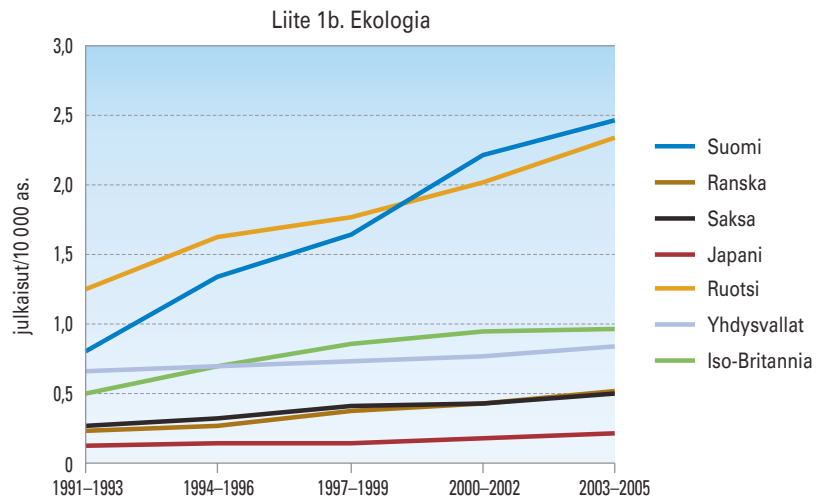
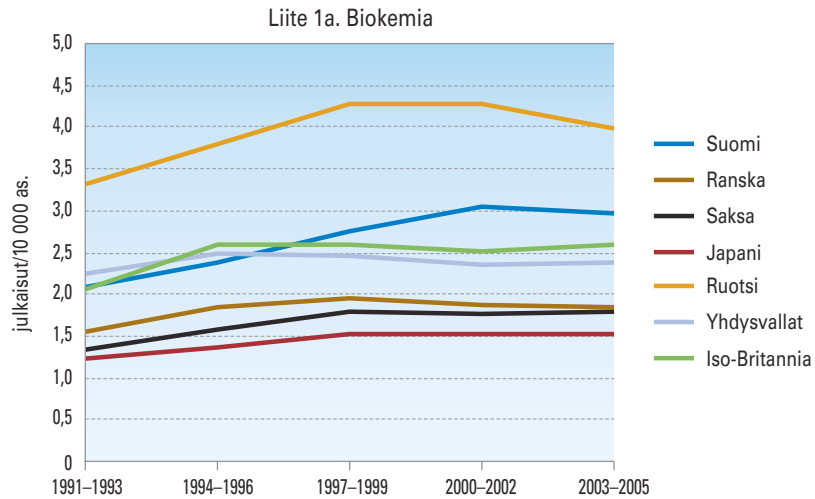
Toimikunnan tutkimusalat ovat avainasemassa yhteiskunnan kestäväen kehityksen edistämisessä. Toimikunnan aloille suunnattu huippuyksikköra- hoitus käytetään suurelta osin kestäväää kehitystä tu- kevaan perustutkimukseen. *Osaamista tulee edel-*

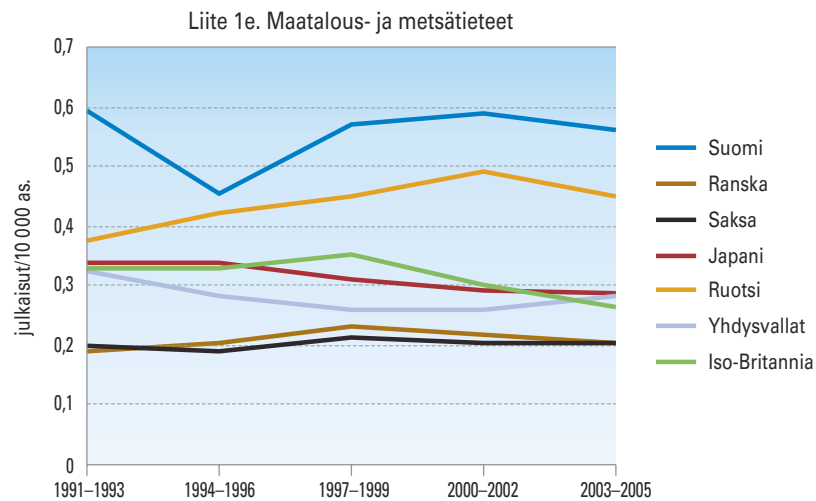
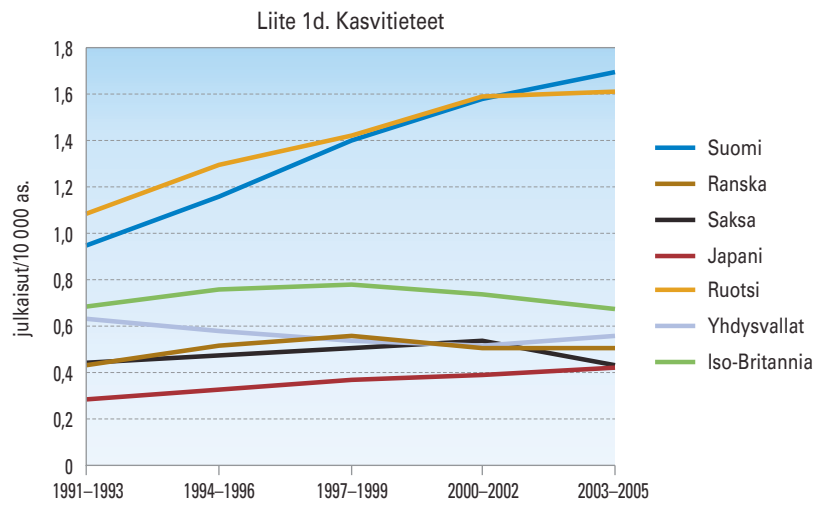
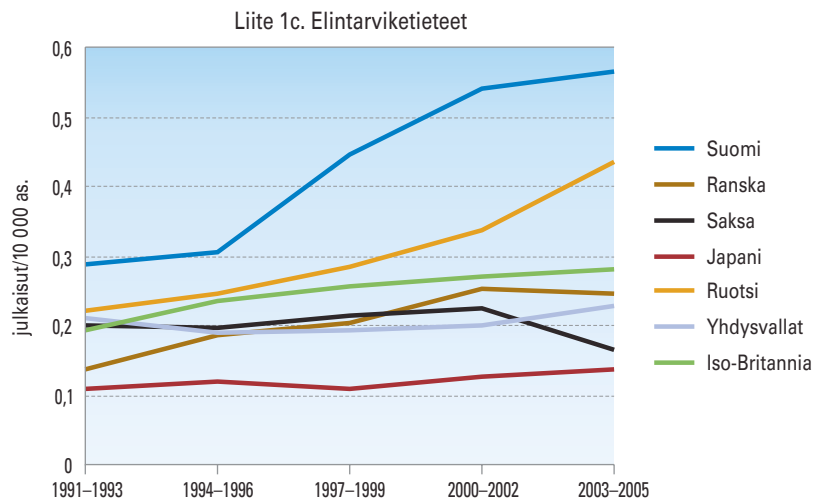


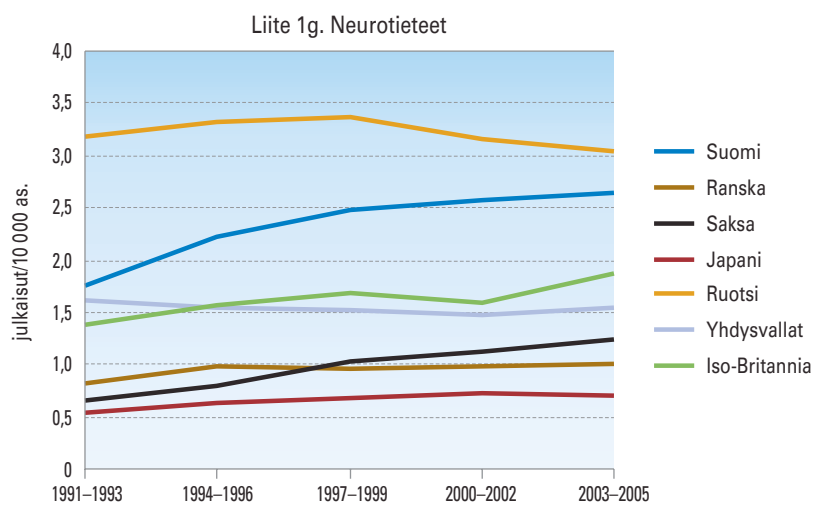
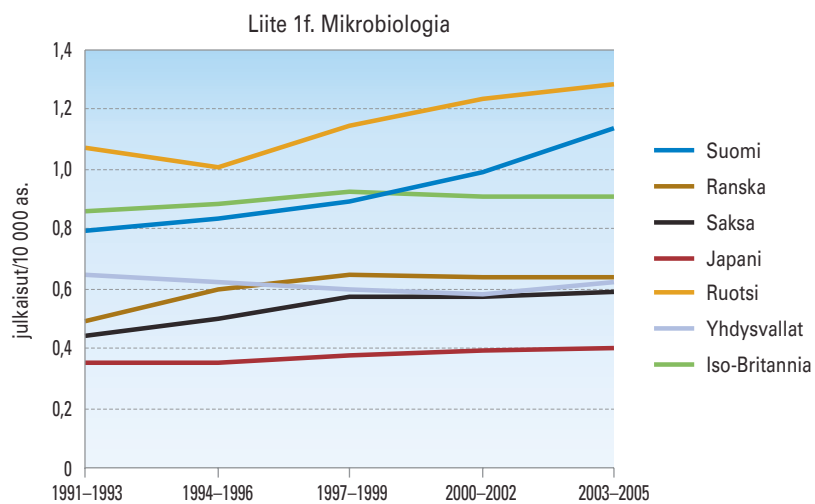
*leen lisätä aloilla, jotka edistävät kestäväää tuotantoa, ympäristön suojelua ja ennallistamista.* Monien alojen tutkimukselliset haasteet vaikuttavat erityisesti pidemmällä aikavälillä siihen millaiset edellytykset yhteiskunnalla on kehittyä nykyistä kestävämmäksi. Ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuudesta huolehtiminen, ruokahuollon turvaaminen, terveys ja hyvinvointi ovat niitä yhteiskunnallisen kehityksen alueita, joihin biotieteet ja ympäristöntutkimus ovat vaikuttaneet. Joillakin aloilla on mahdollisuus suunnata tutkimusta esimerkiksi SHOK-yhteistyöllä niin, että perustuotannon ja jalostusprosessien kannalta tärkeitä ongelmakokonai-

suuksia voidaan ratkaista kestäväällä tavalla. *Saman-aikaisesti on pidettävä huolta siitä, että riittävä panostus toimikunnan alan perustutkimukseen turvataan.* Alan tutkimus on erityislaatuista siinä, että kytkeä perustutkimuksesta käytännölliseen tiedon soveltamiseen on usein lyhyt. Panostuksella perustutkimukseen voidaan saavuttaa hyvin nopeastikin sovelluskelpoista tietoa. Innovatiivisen perustutkimuksen luonteeseen kuuluu, että tulevaisuuden sovelluksia on vaikea ennakoida. Vain riittävän laajalaisella perustutkimuksella turvataan jatkossakin uusien tieteellisten keksintöjen ja innovaatioiden syntyminen.

# LIITE I. BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN ALOJEN JULKAISUMÄÄRÄT ERÄISSÄ MAISSA

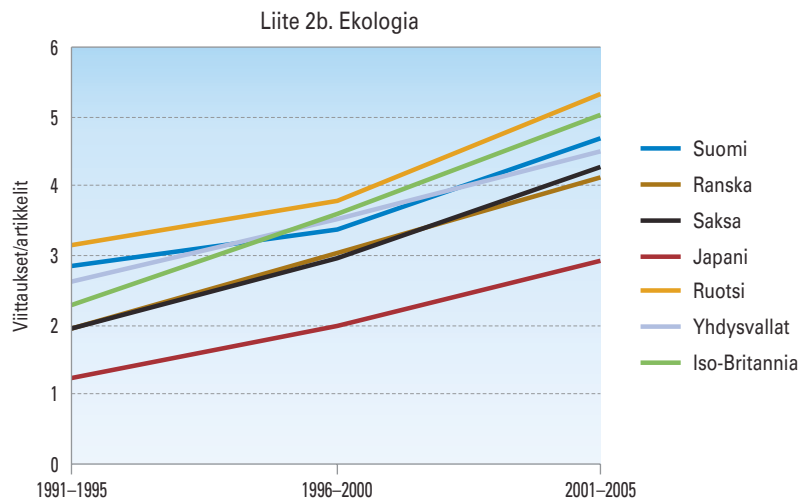
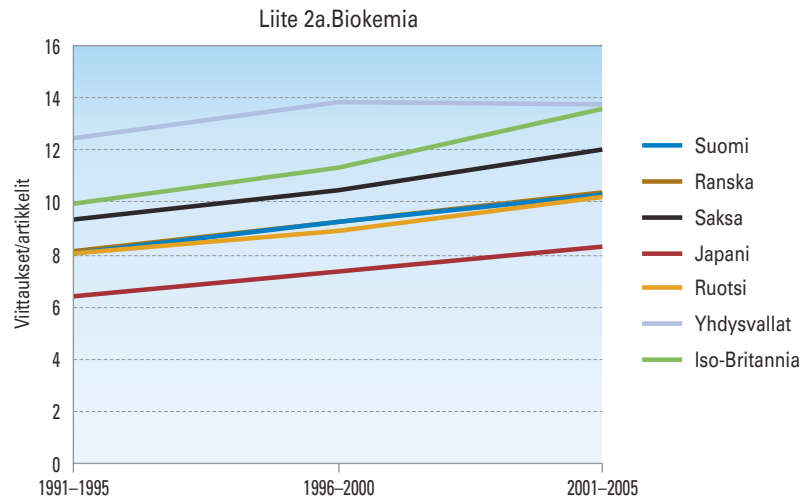




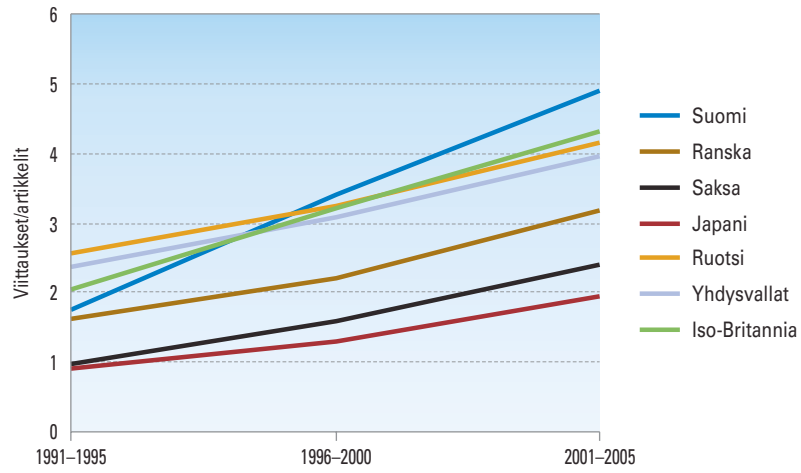


Lähde: Thomson Scientific, National Science Indicators 1991-2005 (Deluxe).

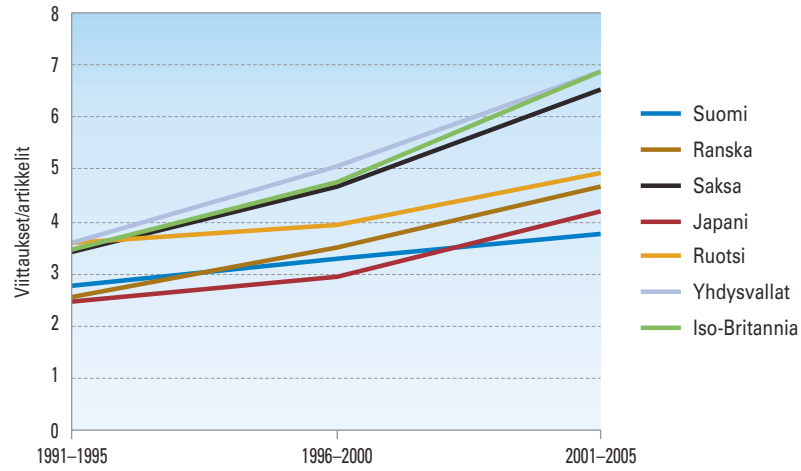
## LIITE 2. BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN ALOJEN VIITTAUSKERTOIMET ERÄISSÄ MAISSA



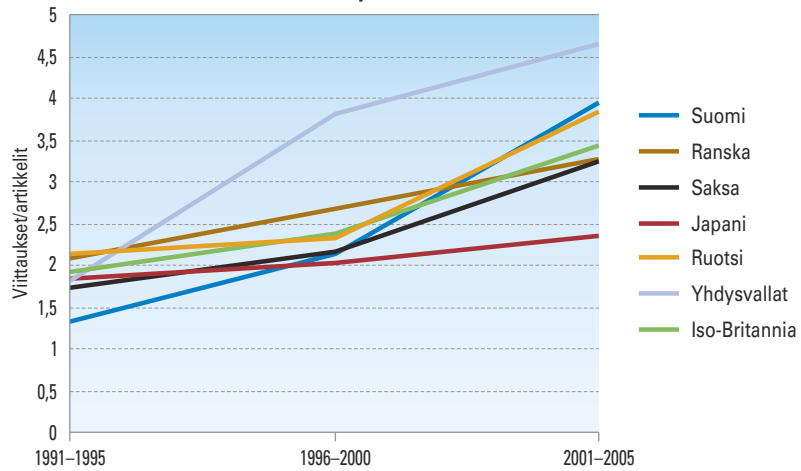
Liite 2c. Elintarviketieteet

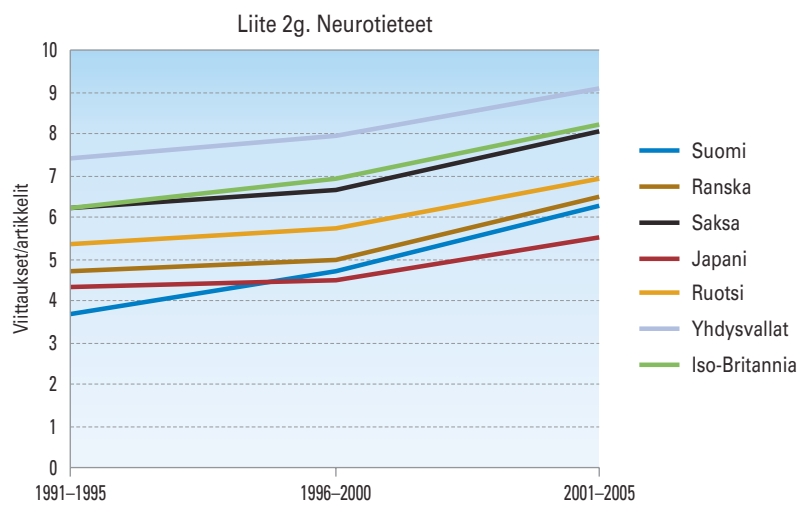
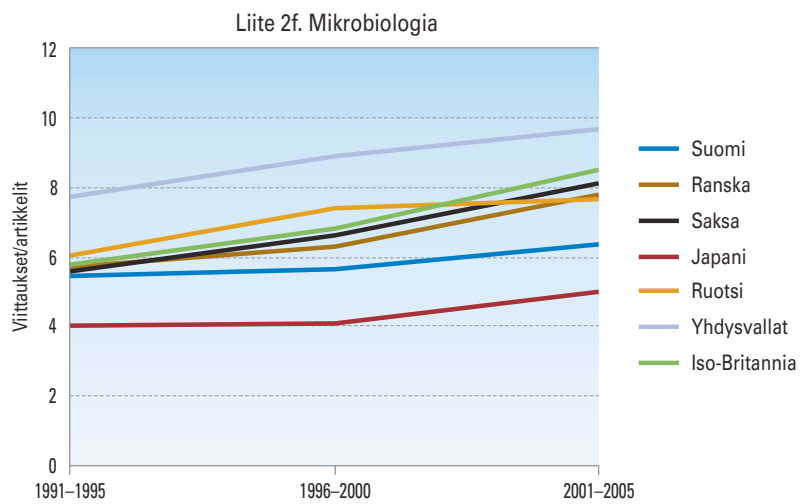


Liite 2d. Kasvitieteet



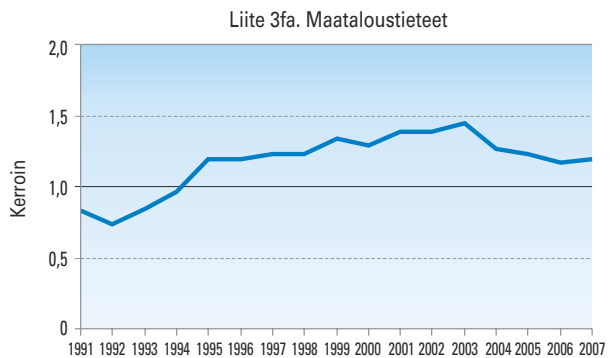
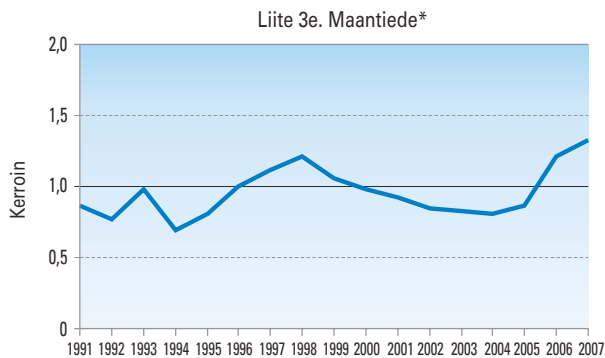
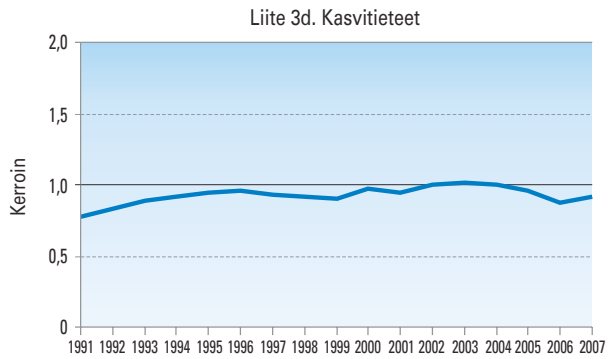
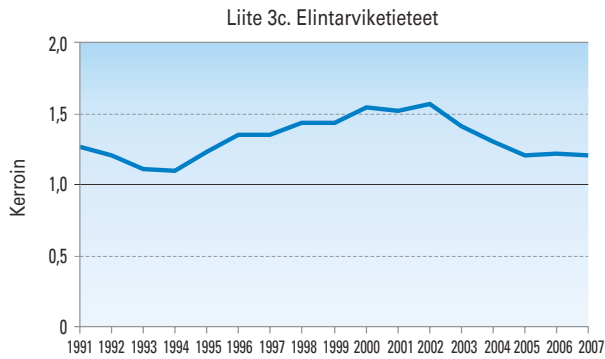
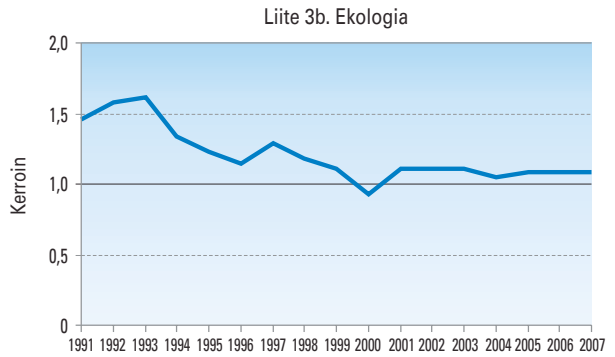
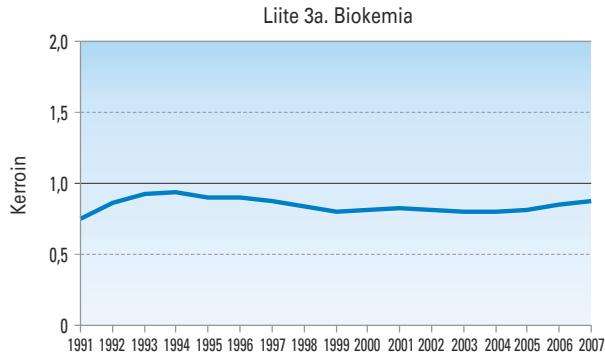
Liite 2e. Maatalous- ja metsätieteet





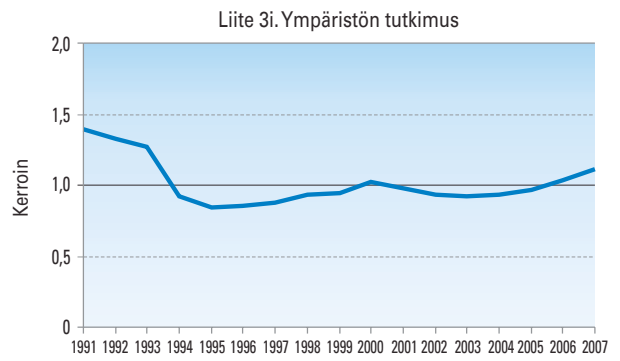
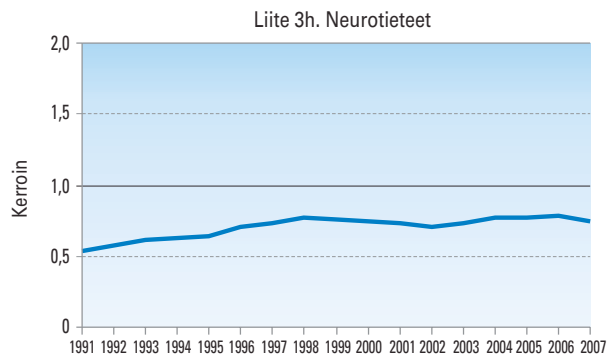
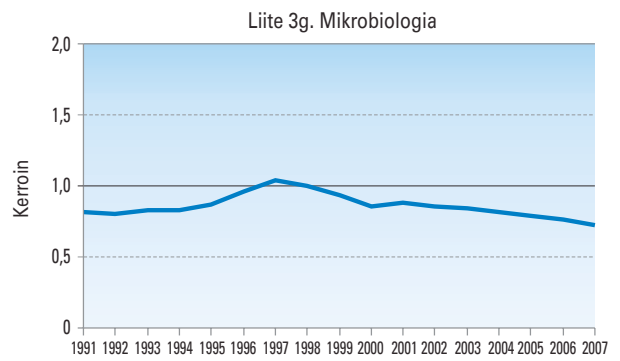
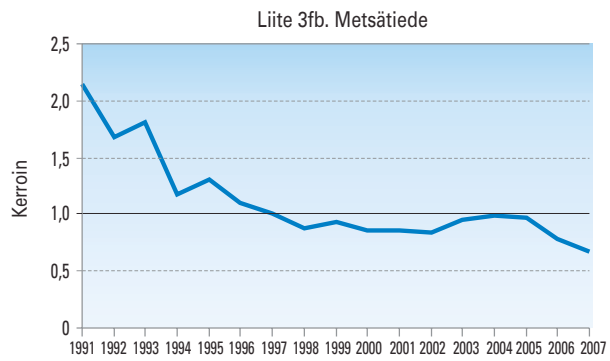
Lähde: Thomson Scientific, National Science Indicators 1991-2005 (Deluxe).

# LIITE 3. BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN ALOJEN SUHTEELLISTEN VIITTAUSKERTOIMIEN KEHITYS 1991–2007



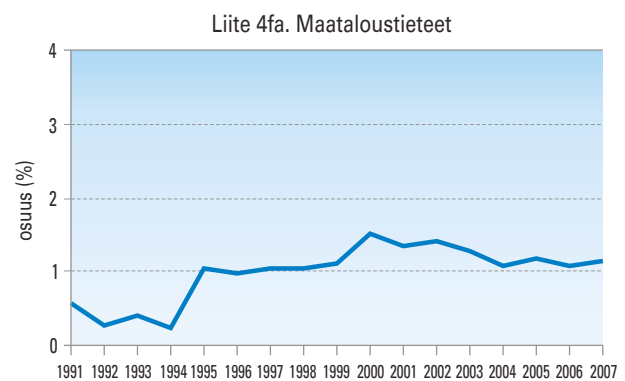
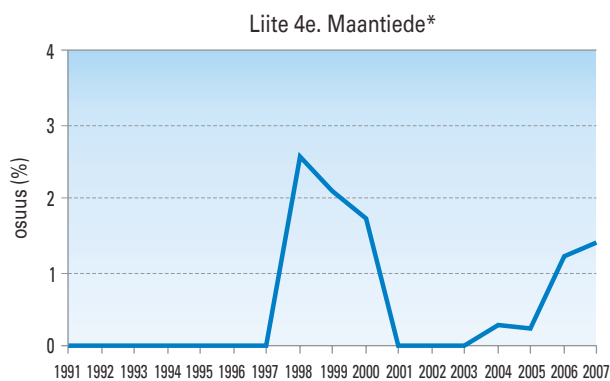
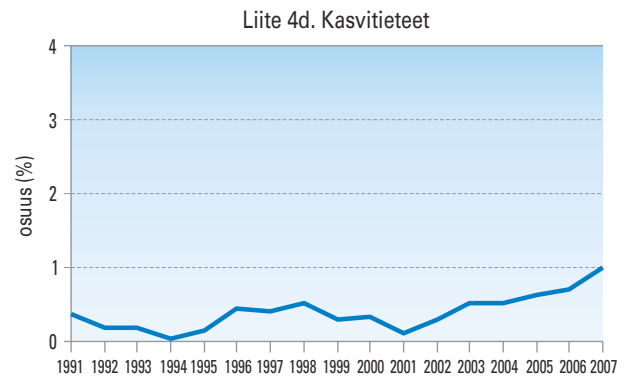
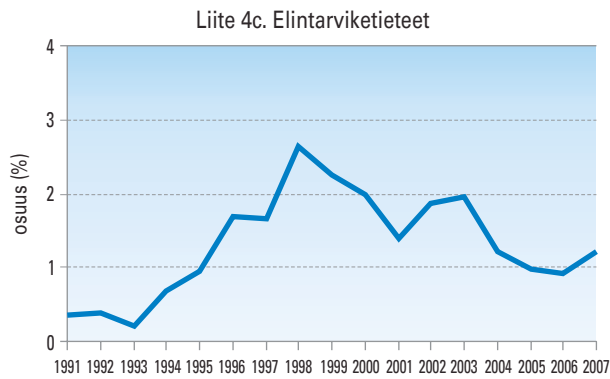
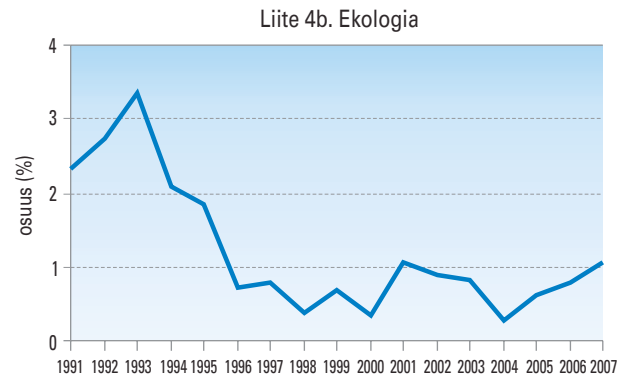
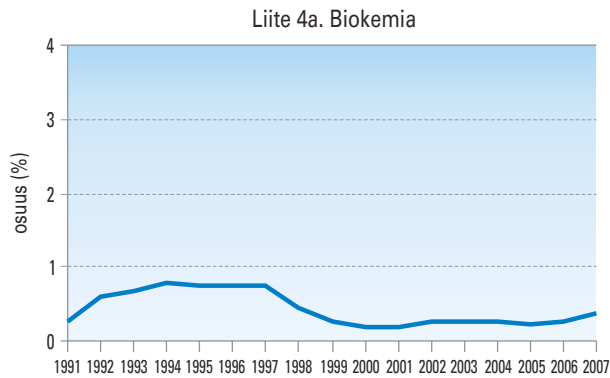
\* Tuloksiin liittyy epävarmuutta, koska alan julkaisumäärä tietokannassa on pieni.



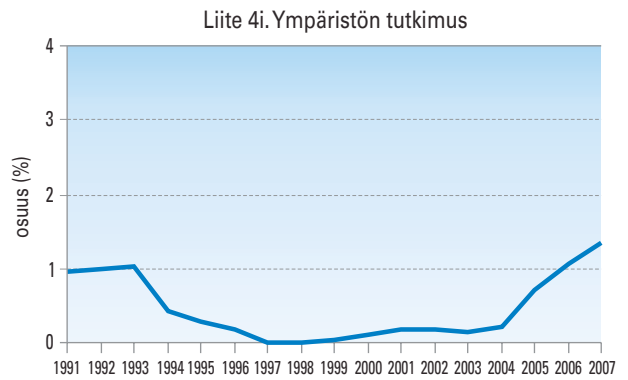
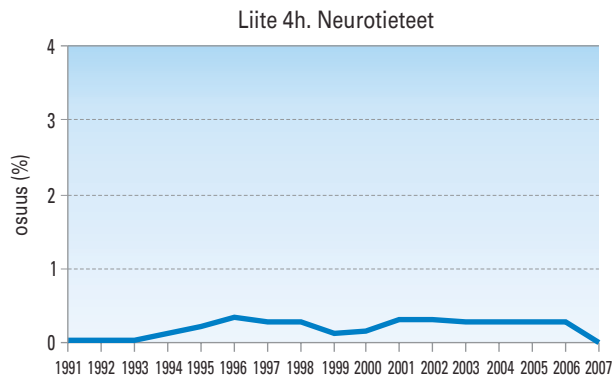
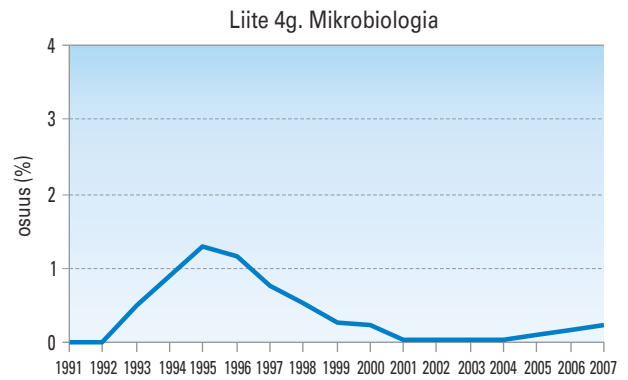
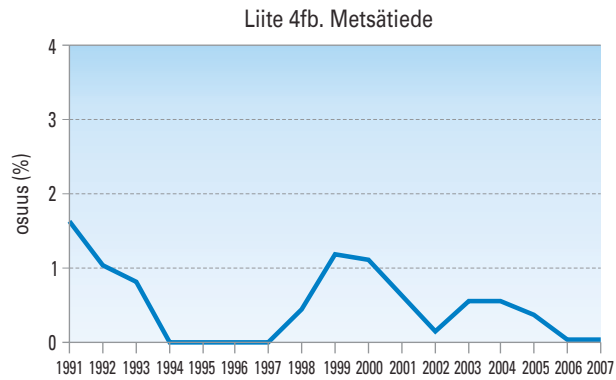


Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009.

# LIITE 4. BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN ALOJEN HUIPPUJULKAISUJEN OSUUS KAIKISTA ALAN HUIPPUJULKAISUISTA (ENITEN VIITATTU 1 %) 1991–2007



\*Tuloksiin liittyy epävarmuutta, koska tietokannassa alan julkaisumäärä on pieni.



Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009.

## LIITE 5. BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN TYÖPAJOJEN OSALLISTUJALISTA

### Ekologia, evoluutiotutkimus ja ekofysiologia

Lotta Sundström (pj.)	BY-toimikunta, Helsingin yliopisto
Kai Lindström	Åbo Akademi
Ilkka Hanski	Helsingin yliopisto
Outi Savolainen	Oulun yliopisto
Juha Karjalainen	Jyväskylän yliopisto
Mikko Mönkkönen	Jyväskylän yliopisto
Riitta Julkunen-Tiitto	Joensuun yliopisto
Mikko Nikinmaa	Turun yliopisto
Jyrki Muona	Helsingin yliopisto
Markku Viitasalo	Merentutkimuslaitos
Erkki Korpinmäki	Turun yliopisto

### Aluetiede ja maantiede

Jouni Häkli (pj.)	BY-toimikunta, Tampereen yliopisto
Mari Vaattovaara	Helsingin yliopisto
Jukka Käyhkö	Turun yliopisto
Harri Andersson	Turun yliopisto
Ari Lehtinen	Joensuun yliopisto
Anssi Paasi	Oulun yliopisto
Hannu Katajamäki	Vaasan yliopisto
Päivi Oinas	Turun kauppakorkeakoulu

### Ympäristön tutkimus

Jyrki Luukkanen (pj.)	BY-toimikunta, Turun kauppakorkeakoulu
Juha Kämäri (pj.)	BY-toimikunta, Suomen ympäristökeskus
Pekka Kauppi	Helsingin yliopisto
Anni Huhtala	MTT
Hanna-Leena Pesonen	Jyväskylän yliopisto
Lea Kauppi	Suomen ympäristökeskus
Sanna Sorvari	Helsingin yliopisto
Paula Kankaanpää	Arktinen Keskus
Rauno Sairinen	Joensuun yliopisto
Janne Hukkinen	Teknillinen korkeakoulu
Markku Ollikainen	Helsingin yliopisto

### Kasvibiologia, -molekyylibiologia ja -biotekniikka

Hely Häggman (pj.)	BY-toimikunta, Oulun yliopisto
Jaakko Kangasjärvi (pj.)	BY-toimikunta, Helsingin yliopisto
Eva-Mari Aro	Turun yliopisto
Sirpa Kärenlampi	Kuopion yliopisto
Kirsi-Marja Oksman	
-Caldentey	VTT Biotechnology
Tapio Palva	Helsingin yliopisto
Alan H. Schulman	MTT & Biotekniikan instituutti (HY)
Teemu Teeri	Helsingin yliopisto

### Elintarviketieteet

Marina Heinonen (pj.)	BY-toimikunta, Helsingin yliopisto
Vieno Piironen	Helsingin yliopisto
Tapani Alatosava	Helsingin yliopisto
Hannu Korkeala	Helsingin yliopisto
Miia Lindström	Helsingin yliopisto
Seppo Salminen	Turun yliopisto
Johanna Buchert	VTT
Kaisa Poutanen	VTT
Eeva-Liisa Ryhänen	MTT
Hannu Korhonen	MTT
Atte von Wright	Kuopion yliopisto

### Maatalous- ja metsätieteet

Paavo Pelkonen (pj.)	BY-toimikunta, Joensuun yliopisto
Heikki Hokkanen	Helsingin yliopisto
Risto Tahvonen	MTT
Katri Kärkkäinen	Metla
Heikki Smolander	Metla
Kyösti Pietola	MTT
Timo Tokola	Joensuun yliopisto
Laura Höijer	MTT

## **Biokemia ja -fysiikka, solu- ja molekyylibiologia, genetiikka, bioinformatiikka**

Reijo Lahti (pj.)	BY-toimikunta, Turun yliopisto
Karl Åkerman (pj.)	BY-toimikunta, Helsingin yliopisto
Jaana Bamford	BY-toimikunta, Jyväskylän yliopisto
Raili Myllylä	Oulun yliopisto
Arto Annala	Helsingin yliopisto
Pekka Hänninen	Turun yliopisto
Lea Sistonen	Åbo Akademi
Maria Vartiainen	Helsingin yliopisto
Jari Yläne	Jyväskylän yliopisto
Liisa Holm	Helsingin yliopisto
Jussi Taipale	Helsingin yliopisto
Markku Kulomaa	Tampereen yliopisto
Juha Rouvinen	Joensuun yliopisto

## **Mikrobiologia**

Jaana Bamford (pj.)	BY-toimikunta, Jyväskylän yliopisto
Merja Penttilä	VTT
Taina Lundell	Helsingin yliopisto
Tellervo Valtonen	Jyväskylän yliopisto
Veijo Hukkanen	Oulun yliopisto
Kristiina Mäkinen	Helsingin yliopisto
Martin Romantschuk	Helsingin yliopisto
Harri Savilahti	Turun yliopisto
Vesa Kontinen	KTL
Merja Roivainen	KTL
Per Saris	Helsingin yliopisto
Mikael Skurnik	Helsingin yliopisto
Benita Westerlund- Wikström	Helsingin yliopisto

## **Neurotutkimus ja eläinfysiologia**

Karl Åkerman (pj.)	BY-toimikunta, Helsingin yliopisto
Sari Lauri	Helsingin yliopisto
Jari Koistinaho	Kuopion yliopisto
Matti Weckström	Oulun yliopisto
Matti S. Airaksinen	Helsingin yliopisto
Heikki Rauvala	Helsingin yliopisto
Eero Castren	Helsingin yliopisto
Kari Keinänen	Helsingin yliopisto
Pertti Panula	Helsingin yliopisto
Kai Kaila	Helsingin yliopisto
Irma Holopainen	Turun yliopisto
Kristian Donner	Helsingin yliopisto

Raportin valmisteluun ovat biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnan lisäksi osallistuneet Laura Raaska, Timo Kolu, Laura Valkeasuo, Eeva Sievi ja Saana Jukola Suomen Akatemian biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen yksiköstä.

## LIITE 6. BIOTIETEIDEN JA YMPÄRISTÖN TUTKIMUKSEN BIBLIOMETRISISSÄ ANALYYSEISSÄ (LIITTEISSÄ I-4) KÄYTETYT TUTKIMUSALALUOKITUKSET.

Bibliometrisissä analyyseissä käytetyissä tutkimuslaluokituksissa on pyritty mahdollisimman suureen vastaavuuteen tekstissä esiintyvien työpajojen alojen kanssa. Vastaavuutta rajoittavat käytetyissä tietokannoissa olevat luokitukset.

### Liitteet 1 ja 2

Alat	Tietokannan tieteenalaluokat
Biokemia	Biochemistry & Biophysics Cell & Developmental Biology Molecular Biology & Genetics
Ekologia	Environment / Ecology
Elintarviketieteet	Food Science / Nutrition
Kasvitieteet	Plant Sciences
Maatalous- ja metsätieteet	Agricultural chemistry Agriculture / Agronomy
Mikrobiologia	Microbiology
Neurotieteet	Neurosciences & Behavior Physiology

*Käytetty tietokanta: Thomson Scientific, National Science Indicators 1981–2005 (Deluxe).*

### Liitteet 3 ja 4

Tutkimusalat	Science Citation Index Expanded Database: Subject Categories	
Biokemia	Biochemistry & Molecular Biology Biochemical Research Methods Biophysics Cell Biology	Developmental Biology Genetics & Heredity Mathematical & Computational Biology
Ekologia	Biodiversity Conservation Ecology	Evolutionary Biology
Elintarviketieteet	Food Science & Technology	Nutrition & Dietetics
Kasvitieteet	Biotechnology & Applied Microbiology	Plant Sciences
Maantiede	Geography	Geography, Physical
Maataloustieteet	Agricultural Economics & Policy Agricultural Engineering Agricultural Experiment Station Reports Agriculture, Dairy & Animal Science Agriculture, Multidisciplinary	Agronomy Fisheries Horticulture Soil Science Water Resources
Metsätieteet	Forestry	
Mikrobiologia	Microbiology	Virology
Neurotieteet	Neurosciences	Physiology
Ympäristön tutkimus	Environmental Sciences	Environmental Studies

*Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA. © Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.*

## 2 KULTTUURIN JA YHTEISKUNNAN TUTKIMUS

### Sisältö

<b>1 Johdanto</b> .....	133
<b>2 Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimusalojen vahvuudet ja haasteet</b> .....	134
Humanistiset alat.....	134
Filosofia.....	136
Teologia.....	137
Historiatieteet ja arkeologia.....	138
Kulttuurien tutkimus.....	139
Taiteiden tutkimus.....	140
Kielitieteet.....	141
Yhteiskuntatieteelliset alat.....	142
Oikeustieteet.....	143
Psykologia.....	144
Kasvatustiede.....	145
Sosiaalitieteet.....	146
Taloustieteet.....	147
Valtio-oppi.....	148
Viestintätieteet.....	149
<b>3 Tutkijankoulutus ja tutkijanura</b> .....	151
<b>4 Tutkimuksen infrastruktuurit</b> .....	153
<b>5 Toimikunnan kehittämisehdotukset: ”Perustutkimus, moniarvoisuus, yhteistyö”</b> .....	155
Perustutkimuksen merkitys.....	155
Tutkimuksen infrastruktuuri.....	155
Yhteistyön vahvistaminen.....	156
Tutkimusrahoituksen profilointi.....	156
Suomen Akatemian ja yliopistojen rooli.....	156
<b>Liitteet</b>	
1 Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan järjestämien SIGHT 2009 -työpajojen osallistujat.....	157
2 Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan SIGHT 2009 -työskentelyyn 2008–2009 osallistuneet.....	159
3 Lähteet ja kirjallisuus.....	160

# I JOHDANTO

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta on osana Suomen tieteen tila ja taso (SIGHT 2009) -hanketta arvioinut edustamiensa tutkimusalojen vahvuuksia ja heikkouksia. Tämän arvion pohjalta toimikunta esittää raportissa kehittämisehdotuksia, jotka koskevat tutkijankoulutusta ja tutkijanuraa, tutkimuksen infrastruktuurikysymyksiä, liikkuvuutta ja kansainvälistymistä sekä tieteen kehitysnäkymiä.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta järjesti syksyllä 2008 kolme työpajaa, joihin osallistui yli 50 humanististen ja yhteiskuntatieteiden alojen tutkijaa. Työpajoissa keskusteltiin vilkkaasti tutkijankoulutus- ja tutkijanurakysymyksistä, tutkijoiden verkottuneisuudesta, liikkuvuudesta ja yhteistyöstä, kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen laadusta ja tutkimuksen uusiutumisesta sekä vaikuttavuudesta. Näitä teemoja valotettiin sekä menneisyyden että tulevaisuuden haasteiden näkökulmasta: mikä on ollut tyypillistä eri aloille, missä on menestytty ja erityisesti, mitkä ovat tulevaisuuden haasteet?

Työpajojen keskustelujen, toimikunnan jäsenten laatimien ja erikseen pyydettyjen katsausten lisäksi toimikunta perehtyi 2000-luvulla tehtyihin eri tieteenalojen, yliopistojen tai laitosten ja oppiaineiden

arviointeihin. Raportin laadinnassa on käytetty myös Suomen tieteen historia -teossarjaa ja Suomalaisen Tiedeakatemian tieteenhistorioita, joissa on analysoitu eri alojen sisäistä kehitystä Suomessa.

Vaikka bibliometriset menetelmät ovat vakiinnuttaneet asemansa tutkimuksen tieteellisen vaikuttavuuden arvioinnissa, on varsinkin humanistisissa ja yhteiskuntatieteissä vaikea tehdä johtopäätöksiä niiden pohjalta. Julkaisukäytännöissä on merkittäviä eroja päätieteenalojen välillä kaikilla julkaisemisen osa-alueilla. Humanistisissa ja yhteiskuntatieteissä tuotetaan eniten monografioita ja kokoomateoksia. Näillä aloilla myös tavoitellaan usein tutkimuksen yhteiskunnallista vaikuttavuutta, ja tutkimuksella on monia yleisöjä.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta on vuodesta 1997 osallistunut tieteen tila ja taso -hankkeisiin; tämä on viides katsaus. Eri raporttien näkökulmat ja painotukset ovat vaihdelleet, mutta niiden sisältö muodostaa kokonaisuuden. Kulttuuria ja yhteiskuntaa koskevien tieteiden edustajat ovat käyneet vuoropuhelua alojensa jäsentymisestä tieteen kentässä, analysoineet vaikuttavuuden eri ilmenemismuotoja ja hahmotelleet tulevaisuuden haasteita.

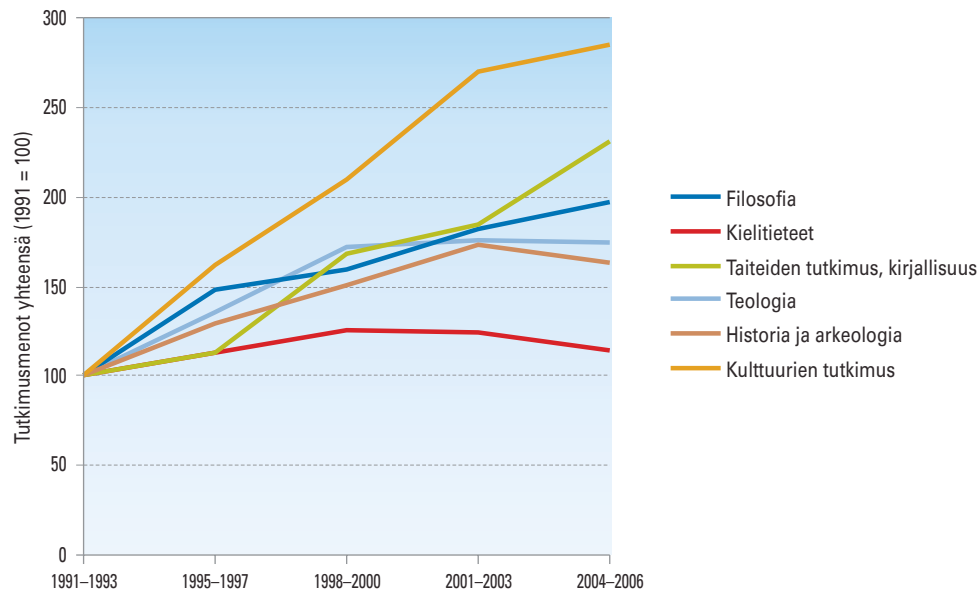


## 2 KULTTUURIN JA YHTEISKUNNAN TUTKIMUS- ALOJEN VAHVUUDET JA HAASTEET

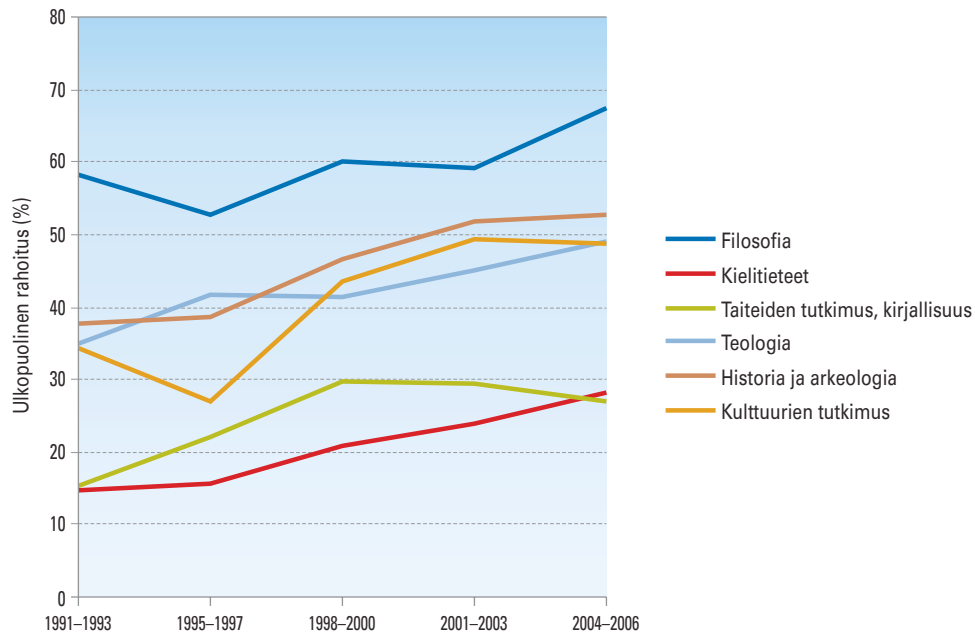
### Humanistiset alat

Kuvassa 1 esitetään yliopistojen tutkimusmenojen (ml. budjettirahoitus ja ulkopuolinen rahoitus) kehitys humanistisissa tieteissä vuosina 1991–2006. Tarkastelujakson aikana tutkimusrahoituksen kasvu

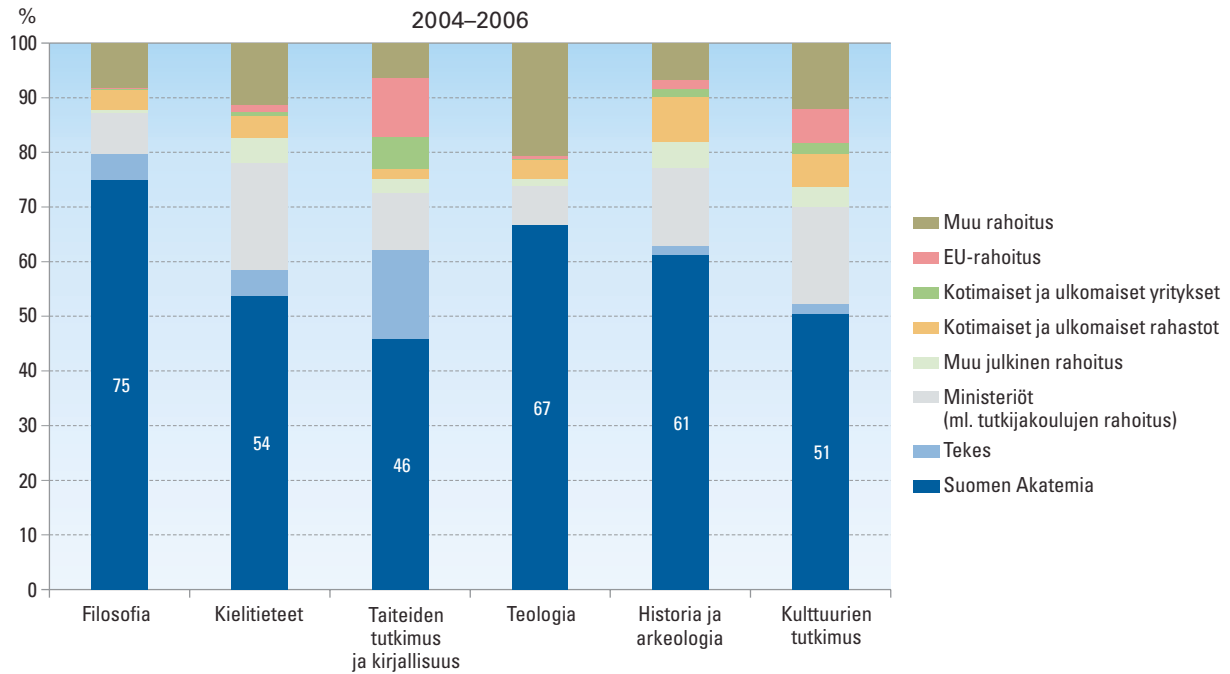
on ollut suurinta taiteiden ja kirjallisuuden tutkimuksessa sekä kulttuurien tutkimuksessa. Suomen Akatemian on koko ajanjakson ollut merkittävin rahoituslähde humanistilla aloilla yliopistojen ulkopuolisesta rahoituksesta, vaihdellen 46 prosentista 75 prosenttiin ajanjaksolla 1991–2006 (ks. kuvat 2 ja 3).



**Kuva 1.** Yliopistojen tutkimusmenot humanistisissa tieteissä 1991–2006, muutos. Lähde: Tilastokeskus ja Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto 2008.



**Kuva 2.** Ulkopuolinen rahoitus yliopistojen tutkimusmenoissa humanistisissa tieteissä. Lähde: Tilastokeskus ja Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto 2008.



**Kuva 3.** Ulkopuolinen rahoitus yliopistojen tutkimusmenoissa rahoituslähteittäin humanistilla aloilla vuosina 2004-2006. Lähde: Tilastokeskus ja Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto 2008.

## Filosofia

- Akatemiatutkija *Martina Reuter* (Helsingin yliopisto) tutkii valistusajattelija Mary Wollstonecraftin filosofiaa, jota on aiemmin pidetty marginaalisena filosofian historian kaanonin kehittymisen näkökulmasta. Wollstonecraftia on tutkittu varhaisena feminismin muotona ja poliittisen filosofian klassikkona, mutta Reuter laajentaa tarkastelun katsoen mielen- ja moraalifilosofian historian näkökulmasta.

Suomessa harjoitetaan filosofian alan tutkimusta useimmissa yliopistoissa: muutamissa yliopistoissa on erilliset filosofian laitokset, toisissa filosofia on jonkin muun aineen kanssa samassa laitoksessa, ja lisäksi filosofian tutkijoita työskentelee muiden oppiaineiden opetus- ja tutkimusviroissa. Esimerkiksi estetiikan voidaan katsoa kuuluvan yhtä hyvin filosofian kuin taiteentutkimuksen alaan. Filosofia on mukana monitieteisissä aineissa, kuten naistutkimuksessa ja kognitiotieteessä. Logiikan alan tutkimusta tehdään filosofiasa, matematiikassa ja tietojenkäsittelytieteessä. Lisäksi muutamissa erityistieteissä tehdään filosofisesti suuntautunutta tutkimusta.

Suomalainen filosofian alan tutkimus on ollut jo usean vuosikymmenen ajan kansainvälisesti korkeatasoista. Erityisesti näin on ollut laita niin sanotun analyyttisen perinteen keskeisillä alueilla ja filosofian osa-alueista logiikassa, tietoteoriassa, tieteenfilosofiassa, filosofian historiassa sekä erällä etiikan alueella, varsinkin soveltavassa etiikassa. Muut osa-alueet ja ajatteluperinteet ovat viime vuosina tulleet myös kansainvälisesti näkyviksi.

Lähes kaikkien tutkimusperinteiden ja filosofian osa-alueiden tutkijat suuntautuvat kansainvälisesti. Tutkijat julkaisevat töitään arvostetuilla kansainvälisillä foorumeilla ja samalla pitävät yllä kotimaista julkaisuutoimintaa. Kansainvälisesti näkyvien tutkimusaiheiden kirjo on huomattava toisin kuin aiemmin, jolloin kärki oli kapeampi. Eri yliopistojen viimeaikaisissa arviointiraporteissa kiitetään suomalaista filosofian tutkimusta. Erityisesti kiinnitetään huomiota siihen, että saavutukset ovat poikkeuksellisen hyviä, kun otetaan huomioon, millaisilla voimavaroilla toimitaan. Filosofit ovat menestyneet kilpaillen, ulkopuolisen rahoituksen haussa erittäin hyvin.

Yliopistojen arviointiraporteissa kiinnitetään huomiota resurssien allokoinnin ongelmiin. Tutkijoiden aika kuluu tehtävissä, joihin tarvittaisiin apu-työvoimaa. Huomiota kiinnitetään myös siihen, että tutkimus on laadultaan epätasaista, ja jotkut alat ovat heikentyneet. Jos kuitenkin käytetään hyväksi arviointien ulkopuolista informaatiota, niin valtakunnallisesti filosofian eri alat on Suomessa katettu hyvin.

Filosofian tutkimus on muuttunut merkittävästi 1900-luvun lopulta lähtien sekä Suomessa että ulkomailla, sillä 1900-luvun paradigmat ovat hajonneet ja uusia paradigmoja on syntynyt. Tässä tilanteessa on kehittynyt uusia yhteistyömahdollisuuksia, mutta eräissä tapauksissa myös jännitteitä.

Filosofian moninaisuus ja uusien suuntausten synty avaavat uusia mahdollisuuksia. Ne ovat suuri haaste, sillä on löydettävä hyvän tutkimuksen kriteerit tilanteessa, jossa on muovautunut ja muovautumassa monia paradigmoja. Tämä tilanne ei koske ainoastaan suomalaista filosofiaa, vaan sama haaste on filosofisella tutkimuksella kansainvälisestikin. Filosofian on myös pienenä tutkimusalueena löydettävä yhteistyökumppaneita eri tieteenaloilta. Toisaalta filosofisen tutkimuksen tason takaa se, että se säilyttää luonteensa perustutkimuksena ja voi itse asettaa korkean laadun kriteerit. Tutkimuksen tasolle on uhkana myös se, että tutkijoilla ei ole mahdollisuutta omistautua tutkimukselle. Filosofia näkyvyyttä olisi tarpeen lisätä, esimerkiksi suurissa tutkimushankkeissa ja EU-rahoitteisissa hankkeissa.

Filosofian kenttä on merkittävästi uudistunut ja edelleen uudistumassa. Filosofialla on vahva asema suomalaisessa yhteiskunnassa ja kulttuurissa, ja se myös näkyy julkisessa keskustelussa. Tulevaisuuden haasteena on yhtäältä pitää huolta filosofian alan perustutkimuksen tasosta, mikä edellyttää tiivistä kommunikointia oman alan tutkijoiden kanssa. Toisaalta on samanaikaisesti lisättävä tutkimuksen vaikuttavuutta oman oppiaineen ulkopuolella. Tämä edellyttää, että tutkijat tekevät työtään ymmärrettäväksi muiden alojen tutkijoille ja laajemmalle yleisölle. Tasapaino on filosofiasa kohtuullisen hyvin saavutettu. Tulevaisuuden haasteena on filosofian ja erityistieteiden hedelmällisen vuorovaikutuksen monipuolinen kehittäminen.

## Teologia

- Akatemiatutkija *Mikko Ketolan* (Helsingin yliopisto) tutkimuksen tavoitteena on kirjoittaa historiallinen analyysi Viron evankelis-luterilaisen kirkon selviytymisestä kahden eri totalitaarisen järjestelmän, kommunistisen ja natsistisen, alaisuudessa toisen maailmansodan aikana vuosina 1939–1944.

Teologia, kuten monet humanistiset ja yhteiskuntatieteelliset alat, koostuu useasta tieteenalasta. Suomessa teologista tutkimusta harjoitetaan kolmessa yliopistossa. Teologinen tutkimus on arvioitu pääasiallisesti kansainvälisesti korkeatasoiseksi. Eksegeetiikan ja Mielen historian tutkimuksen huippuyksiköt ovat tuottaneet kansainvälisesti erittäin korkeatasoista tutkimusta. Kansainväliset EU-rahoitteiset yhteishankkeet ovat lisänneet suomalaisen teologisen tutkimuksen tunnettuutta.

Arvioinnin mukaan alan tutkijoiden tutkimusaiheet ovat olleet relevantteja, tutkimuskysymykset hyvin asetettuja ja argumentaatio älykäästä ja innovatiivista. Teologinen tutkimus kattaaakin varsin laajan kirjon aiheita, mikä saattaa joissain tapauksissa kääntyä myös tutkimuksen heikkoudeksi.

Teologit ovat julkaisseet kansainvälisesti arvostetuissa sarjoissa ja aikakausjulkaisuissa. Eräiden aihealueiden tutkijat joutuvat tutkimusaiheiden valinnassa pohtimaan yhtäältä kotimaista kiinnostusta herättävän aiheen tai kansallisesti tärkeän aiheen ja toisaalta kansainvälisesti kiinnostavan aiheen välillä. Helsingin yliopiston arvioinnissa asiantuntijat pitivät tärkeänä, että tutkimusta julkaistaan myös kotimaisilla kielillä. Samanaikaisesti teologiassa tulisi kuitenkin julkaista entistä enemmän kansainvälisillä kielillä.

Teologiassa olisi tärkeää yhdistää voimavarat ja keskittyä kunkin teologian alan sisällä keskeisiin tutkimusteemoihin. Tutkijoiden kansainvälisen liikkuvuuden lisääntymisen on tulevaisuudessa katsottu helpottavan työllisyystilannetta ja lisäävän suomalaisen teologian tutkimuksen tunnettuutta. Teologit ovat pääasiallisesti hyvin verkottuneita alan kansainvälisten tutkijoiden kanssa. Yhtenä uutena avaukse-

na on Baltian tutkimus ja yhteistyö baltialaisten tutkijoiden kanssa. Erityisesti EU:n tutkimuksen viides puiteohjelma on lisännyt kansainvälistä tutkimusyhteistyötä.

Teologian alalla tutkimus on verkottunut hyvin lähitieteisiin. Kontakteistaan ja verkottumisestaan huolimatta monet tutkijat ovat kuitenkin edelleen ”yksinäisiä puurtajia”. Teologian sisällä eri alojen välillä kaivataan lisää yhteistyötä, esimerkiksi päällekkäisten tutkimusaiheiden välttämiseksi ja monipuolisemman kuvan saamiseksi tutkittavasta kysymyksestä.

Uskonnontutkimuksen alueella kognitiivinen tutkimusote on uusi, kansainvälistä tunnustusta saanut avaus. Myös poikkeittieteellinen ja monitieteinen tutkimusote on tuonut uusia näkökulmia teologiseen tutkimukseen (esim. kirkkososiologia, uskonnonpedagogiikka, kirkkoarkkitehtuurin ja -taiteen tutkimus). Monikulttuurisuutta, ekumeniikkaa, sosiaalista eriarvoisuutta, kirkon diakoniatyötä ja vapaaehtoistoimintaa käsittelevät tutkimukset ovat esimerkkejä uusiutuvasta ajan tarpeet huomioon otavasta tutkimuksesta. Teologian tutkimuksen vahvuutena on selvästi sen kyky ottaa huomioon vallitseva yhteiskunnallinen ja kulttuurinen tilanne sekä Suomessa että kansainvälisesti.

Yksi tulevaisuuden haaste eksegeettisessä tutkimuksessa on arkeologian koulutuksen vahvistaminen. Viimeaikaisen metodologisen kehityksen seuraaminen ja uusien lähestymistapojen soveltaminen ovat puolestaan kirkkohistoriallisen tutkimuksen tulevaisuuden haasteita.

Tutkimustietoa on hyödynnetty laajalti myös yliopistoyhteisön ulkopuolella: esimerkiksi eettisissä neuvottelukunnissa, ekumeenisissa neuvotteluissa ja kirkon ja valtion eri toimikunnissa. Teologian alalla on julkaistu runsaasti tutkimustuloksia laajalle yleisölle.

Globalisoituvassa maailmassa uskonnosta tarvitaan entistä enemmän tietoa. Ottamalla kohteeksi niin tieteenalan sisällä kuin yhteiskunnassa keskeisiä kysymyksiä teologinen tutkimus on tehnyt ne näkyviksi. Uudet metodologiset avaukset ovat vaikuttaneet suotuisasti alan kehitykseen.

## Historiatieteet ja arkeologia

■ Professor *Pirjo Markkola* (Åbo Akademi) ledar forskningsprojektet ”Manligt medborgarskap och samhällliga reformer i Finland, 1918–1960”, som studerar hur manligheter konstruerats inom ramen för social förändring. Projektet bidrar till en ny syn på betydelsen av samhällliga reformer, genom att studera hur dessa formades men också påverkades av föreställningar om manlighet.

Historiatieteet (ml. arkeologia) ovat Suomessa perinteisiä ja vahvoja tutkimusaloja. Niiden tarpeellisuutta ei kiistetä, vaikka tulkinnoista keskustellaan jatkuvasti. Historia on osa kansallista, paikallista ja sosiaalista identiteettiämme, ja se saa elinvoimaa myös poliittisesta legitimaatiosta ja hyväksikäytöstä. Historiantutkimus myös problematisoi tätä suhdetta käymällä keskustelua historiapolitiikasta ja historiantutkimuksen perusteista.

Historiantutkimuksella on melko korkea julkiuus ja yleinen arvostus. Suomessa tehdään paljon suurelle yleisölle suunnattua tutkimusta, jolla on vankka kysyntä. Historiantutkijoilla on (ainakin näennäistä) sananvaltaa ja arvovaltaa julkisuudessa sekä asiantuntijatehtävissä. Tutkimustieto välittyy melko hyvin opetukseen ja niin sanottuihin yleisiin käsityksiin. Historiantutkimuksen vaikuttavuus julkiseen keskusteluun on merkittävä. Tämä osaltaan korostaa akateemisen ja vapaan tutkimuksen tärkeyttä.

Historiantutkimuksen laajuus ja yleinen taso ovat käytössä olleiden arviointiraporttien mukaan hyvää kansainvälistä tasoa, vaikka Suomesta puuttuu ehdoton (nimekäs) huippututkimus. Tutkimus on toisilla aloilla varsin kansainvälistä jo kohteen vuoksi: esimerkiksi eri maiden, keskiajan ja antiikin historia sekä antiikin ja Itämeren alueen arkeologia. Kansainvälistyneitä aloja – vaikka kohteena onkin usein Suomi – ovat taloushistoria, filosofian historia, naishistoria, osin arkeologia ja kulttuurihistoria. Arviointiraporttien mukaan historian alalla on kansainvälisiä julkaisuja liian vähän suhteessa tutkimuksen laatuun. Kotimaiset ja populaarit odotukset tuntuvat riittävän liian usein laadun kriteeriksi kotimaisissa julkaisuissa.

Metodinen moninaisuus ja refleksiivisyys ovat selvästi vahvistuneet. Myös laadukkaat tutkimuskeskittymät ovat lisääntyneet, vaikka puhtaasti historiantutkimukseen keskittyviä tutkimuksen huippuyksikköjä ei ole. Kuitenkin muun muassa Mielen historian ja Antiikin Kreikan kirjoitetut lähteet – huippuyksiköissä on historiantutkijoita. Koska Suomessa on määrällisesti melko vähän korkeatasoisia senioritutkijoita, suuria ja pysyviä tutkimusyksiköitä ja traditioita ei tahdo syntyä, vaan alalle on tyyppillistä pienet yksiköt ja organisaatioiden hajanaisuus – vaikka toiminta onkin laadukasta. 2000-luvulla historia-aineiden keskinäinen yhteistyö ja integraatio sekä kontaktit muihin tieteesiin ovat oleellisesti lisääntyneet.

Historiantutkijoiden liikkuvuus ja yhteistyö on lisääntynyt oleellisesti viime vuosikymmenen aikana niin kansainvälisesti kuin kansallisesti. Tutkijavaihdon ja tutkijakoulun merkitys on tässä kehityksessä ollut tärkeä. Myös osallistuminen kansainvälisiin konferensseihin on runsasta, ja suomalaisia tutkijoita on mukana kansainvälisissä organisaatioissa kohtuullisesti. Liikkuvuutta ja yhteistyötä on kuitenkin syytä edelleen kehittää.

Arkeologialla on kolme oppituolia Suomen yliopistoissa, mikä on kohtuullisen runsaasti noin 70 vakituisen viran tai toimen kokoista alaa varten. Arkeologista toimintaa harjoitetaan myös maamme museolaitoksissa ja arkeologisissa yrityksissä.

Viime vuosikymmenien aikana on arkeologian tutkimuksenkin kehitystä leimannut erityisesti tietotekniikan voimakas mukaantulo: tietokannat, paikkatietojärjestelmät ja muut sovellutukset. Uudet laitteet ja ohjelmat ovat muuttaneet esimerkiksi kenttädokumentaation luonteen. Kehityksen seurausta on mallintaminen ja tämä metodinen kehitys on luonut uusia kysymyksenasetteluita. Metodien soveltamisessa monitieteisyys ja luonnontieteelliset menetelmät – ja niiden kehittyminen – edelleen vahvistuvat.

Arkeologian julkaisuutoiminta on korkeatasoista ja selvästi kansainvälistynyt. Myös kansainvälinen verkottuminen ja hankeyhteistyö on merkittävää.

■ Professori *Jussi-Pekka Taavitsaisen* (Turun yliopisto) johtama tutkimushanke ”Vanhoja esineitä uusin silmin” jatkaa Taavitsaisen aloittamaa pitkäjänteistä työtä arkeologisten esineiden ja

menneisyyden sosiaalisen ympäristön suhteesta. Hankkeella on laaja tausta nykyisissä kansainvälisissä teoreettisissa keskusteluissa, ja hanke osallistuu näihin keskusteluihin.

## Kulttuurien tutkimus

- Tutkijatohtori *Henri Schildt* (Helsingin yliopisto) pyrkii soveltamaan ajanmukaisia kulttuuriantropologian ja sakraalin arkkitehtuurin tulkinnan metodeja analysoidessaan Peruvanam Shiva Mahadeva -temppeliä, joka on edustava esimerkki vanhasta keralalaisesta temppeliarkkitehtuurista ja elävästä temppeli-instituutiosta. Tieteellisenä haasteena on tehdä poikkitieteellistä tutkimusta, jonka lähestymistapa on uusi ja innovatiivinen.

Kulttuurien tutkimus ei ole yksittäinen tieteenala tai edes selvärajainen oppiaineiden konstellaatio. Rajoja voidaan vetää, ja on eri yliopistoissa tehtykin, hyvin eri kohtiin. Samat oppiaineet sijoittuvat erilaisiin laitoksiin ja instituutteihin yhdessä monien erilaisten taide-, historia-, kulttuuri- ja yhteiskuntatieteisiin kuuluvien oppiaineiden kanssa. Joissakin tapauksissa samat oppiaineet sijaitsevat myös eri tiedekunnissa. Useimmiten ne sijoittuvat humanistiseen tiedekuntaan, mutta esimerkiksi Helsingin yliopistossa muista poiketen uskontotiede asettuu teologiseen ja sosiaali- ja kulttuuriantropologia valtiotieteelliseen tiedekuntaan. Kulttuurien tutkimusta tehdään myös historiassa, sekä nais- tutkimuksen, mediatutkimuksen, Aasia-, Amerikka- jne. tutkimuksen, kehitys- ja maaseutututkimuksen, Itämeri-tutkimuksen ja arktisen tutkimuksen osa-alueilla. Näillä alueilla toimii myös useita valtakunnallisia tutkijakouluja.

Suomalainen kulttuurien tutkimus on tasoltaan hyvää tai korkeaa kansainvälistä tasoa, joiltakin osin (esim. suomalais-ugrilaiset kulttuurit, pohjoisen tutkimus) korkeinta kansainvälistä tasoa. Vahvuutena on esimerkiksi folkloristiikan ja suomalais-ugrilaisen kansatieteen sekä saamen- ja pohjoisten vähemmistökulttuurien aloilla hallitseva kansainvälisyys. Vahvuusalueita leimaa avoin tieteidenvälisyys ja op-

piaineiden välinen yhteistyö, monikielisyys ja avoimuus teoreettisille ja metodologisille haasteille. Nämä puolestaan ovat luoneet ajankohtaisuutta ja moniarvoisuutta, sitoutuneisuutta ja joiltakin osin vahvaa profiloitumista. Kulttuurien tutkimuksen alaa voidaan luonnehtia ”nuorekkaaksi”. Käytettävissä olleissa arviointiraporteissa on kiinnitetty positiivista huomiota erityisesti oppiaineen moninäkökulmaisuuuteen, moniarvoisuuteen ja paradigmaattisesti avoimeen ja uteliaseen ilmapiiriin.

Vaikka tutkijoiden verkottuneisuus luonnollisesti vaihtelee tutkimusaloittain, on se yleisesti ottaen aktiivista ja korkeaa tasoa. Myös verkostot ovat alalla hyviä ja niillä on vahva asema.

Kulttuurien tutkimuksen heikkoutena ovat yksikköjen pienuus, opetus- ja hallintotehtävien suuri määrä ja henkilökunnan vähäisyys. Tutkimus- ja ope- tushenkilökunnan tutkimuksellinen anti jää pienemmäksi kuin olisi toivottavaa ja mahdollista. Heikkoutena on joissakin tapauksissa tiedekunnan ja laitoksen heikko arvostus osana akateemista yhteisöä. Kulttuurien tutkimuksen vaikuttavuus on kautta linjan merkille pantavaa. Tutkimuksen yhteiskunnallinen merkitys tunnustetaan ja tunnustetaan yleisesti. Tämä näkyy osallistumisena yhteiskunnalliseen keskusteluun, tutkimuksen vaikutuksena kulttuuristen identiteettien rakentumiseen, olemassaoloon, muotoutumiseen, tiedostamiseen ja tunnistamiseen. Vaikutus myös poliittiseen päätöksentekoon on ilmeinen. Tässä mielessä alan asema on varsin paljitseva.

Kulttuurien tutkimuksen popularisointi on aktiivista ja korkeatasoista. Jostain syystä kansainväliset arviointipaneelit eivät kiinnitä erityistä huomiota suomalaisen folkloristiikan, kansatieteen ja antropologian käytännölliseen merkitykseen suomalais-ugri- laisten vähemmistökansojen eloonjäämistäistelussa.

Kulttuurien tutkimuksen kenttä on laaja ja moni-ilmeinen, ja voidaankin luonnehtia, että se on tutkimusalana ekspansiivisessa vaiheessa. Joillakin aloilla suomalainen tutkimus edustaa selvästi kansainvälistä huippua. Profiloituminen näyttäisi olevan viisas strategia. Teoreettinen ja metodologinen valveutuneisuus on pantava merkille. Kuitenkin yksikköjen tai laitosten pienuus ja voimavarojen puute aiheuttavat ongelmia.

## Taiteiden tutkimus

■ Professori *Pauline von Bonsdorffin* (Jyväskylän yliopisto) johtamassa tutkimushankkeessa analysoidaan kriittisesti lasten institutionaalisia ja fyysisiä elämismaailman reunaehtoja silmälläpitäen, miten ne sallivat lasten elää ja toimia sekä luoda tiloja – fyysisiä, sosiaalisia, kuvitteellisia – omien tarpeidensa ja mieltymystensä mukaan. Tuloksia voidaan soveltaa suoraan lasten käyttämien tilojen ja instituutioiden suunnittelussa ja hallinnassa sekä toiminnassa lasten kanssa, muun muassa taidekasvatukseen ja taiteen kautta kasvatuksessa esimerkiksi kouluissa.

Taiteiden tutkimus on viimeisten vuosien aikana saavuttanut joillakin tutkimusalueilla kansainvälisen tason. Tutkimusaiheet ovat monipuolisia, joiltakin osin uusia uria aukovia. Tutkijankoulutukseenkin on alettu panostaa aiempaa enemmän, ja tuloksia tästä on jo näkyvissä. Suurimmat ongelmat ovat voimavarojen puute, laitosten pienuus ja laitosten välisen yhteistyön vähyys.

Tutkimuksen laatu on tavoittamassa kansainvälisesti arvioituna korkean tason, vaikka ei vielä kaikilla tutkimusaloilla aivan kansainväliseen kärkeen ylläkään. Jotkut alat, esimerkiksi elokuva ja kirjallisuus, ovat kuitenkin kansainvälisissä arvioinneissa saavuttaneet erinomaisia arvioita. Mutta arvioissa huonomminkin menestyneet ovat olleet hyvää keskitasoa. Kansallisesti kilpailutetun rahoituksen osuus tutkimusrahoituksesta on erinomainen.

Tutkimuksen painopiste on yhä enemmän siirtymässä monitieteisiin hankkeisiin, mikä johtuu taide-elämän ja taiteen eri ilmiöiden ”sekoittumisesta” ja taiteen entistä suuremmasta medioitumisesta. Tämä on merkki siitä, että taiteentutkijat seuraavat tiiviisti myös oman aikansa taideilmiöitä. Monitieteisyys näkyy paitsi eri taiteenalueiden tutkimushankkeissa, myös tutkimusaiheiden liittymisessä yhä enemmän niin yhteiskuntatieteisiin kuin viestintä- ja teknologiatieteisiinkin.

Vaikka taiteiden tutkimuksen laatu voidaan arvioida korkeaksi, ongelmana taiteentutkimuksen kaikilla aloilla on se, että tutkijat julkaisevat edelleen vähän kansainvälisissä julkaisuissa. Tähän pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Yhtenä syynä ongel-

maan on ehkä se, että taiteentutkimuksen aloilla tutkimusten kielellisen tason tulee olla korkea, ja laitoksilla ei ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota esimerkiksi kielentarkastukseen, mikä puolestaan johtuu voimavarojen niukkuudesta. Toinen iso ongelma on se, että taiteentutkimuksen laitokset ovat varsin pieniä yksiköitä (ja edelleen pienenemään päin) ja henkilökunta joutuu repeämään kaikkialle: tutkijat opettavat kohtuuttoman paljon, hallinnoivat ja hakevat rahoitusta. Tutkimukseen ei voi paneutua.

Useat kansainväliset arviointiryhmät kiinnittävät huomiota laitosten krooniseen aliresursointiin. Koska yksiköt ovat pieniä, ne voisivat kenties keskittyä paremmin erikoisalueisiin. Ongelmana on varsinkin viroissa olevien tutkijoiden sapattivapaajärjestelmän puuttuminen. Arviointiraporteissa kiinnitetään varsin kriittisin äänenpainoin huomiota myös siihen, että taiteentutkimuksen laitoksilla tutkimus tehdään paljolti määräaikaisissa tutkimushankkeissa – siis pätkätoiden varassa – eikä tämä ole omiaan nostamaan tutkimuksen tasoa. Korkeatasoinen tutkimus edellyttää pitkäjänteisen työskentelyn mahdollisuutta.

Taiteentutkimuksen asiantuntijoita pyydetään erittäin usein kertomaan tutkimuksistaan eri medioihin, ja yhteistyö median kanssa vaikuttaa yleisellä tasolla hyvältä. Tutkijat vierailevat myös paljon niin sanotulle suurelle yleisölle järjestetyissä tilaisuuksissa esitelmöimässä. Näin tutkimuksen vaikuttavuus ainakin epäsuorasti on hyvä. Tutkimuksen popularisointiin keskittyviä kirjoituksia ilmestyy kuitenkin yllättävän vähän. Varsinkin nuoret tutkijat panostavat tutkijanuraan, eivätkä tutkimustulostensa populaariin esittelyyn.

Tutkimuksen uusiutuvuus on paljolti uusia tuoreita näkökulmia mukanaan tuovan nuoren tutkijapolven varassa. Kilpailu tutkimusrahoituksesta on nykyään erittäin kovaa ja tulevaisuuden pelkona on, ettei radikaaleille näkemyksille ole kovenevassa kilpailussa tilaa.

Suomen Akatemian teettämässä tuoreessa taidealojen tutkimuksen arvioinnissa (2009) kansainväliset asiantuntijat pitivät suomalaista taidealojen tutkimusta paikoin kansainvälisestikin erittäin korkeatasoisena. Arviointi kohdistui taideyliopistoihin sen perusteella, että niissä kaikissa tehdään tutkimusta, joka on vuorovaikutuksessa taiteen tekemisen kanssa. Tämänkaltainen tutkimus on kan-

sainvälisestäikin uutta, ja paneelin mukaan Suomi on joillakin aloilla edelläkävijä. Taiteilla ja muotoilulla on paneelin näkemyksen mukaan huomattava merkitys innovaatioiden kehittämiseen. Taiteen tekemisen kanssa vuorovaikutteisessa tutkimuksessa nähtiin mahdollisuudet luoda aivan uudenlaisen tiedon tuottamisen tapoja.

## Kielitieteet

■ Dosentti *Maria Vilkun* (Kotimaisten kielten tutkimuskeskus) hankkeessa tutkitaan keskeisiä konstruktioita, lauseen rakenteeseen liittyviä ilmiöitä suomen aluemurteissa. Tarkoituksena on täyttää aukkoja suomen kieltä koskevassa tietämyksessä ja kokeilla uusia menetelmiä luotettavan tiedon hankkimiseksi puhutun kielen rakenteellisista voimavaroista. Tutkimuksen tuloksilla on mm. keskeistä merkitystä luonnollisen kielen syntaksin teorialle. Yksi hankkeen tavoite on rakentaa Suomen murteiden lauseopista kiinnostuneiden verkosto ja liittyä osaksi Skandinaviasa ja muissa Euroopan maissa meneillään olevaan murresyntaxin tutkijoiden verkostoa. Hankkeessa on uudella tavalla käytetty vanhoja digitoituja aineistoja.

Kielitieteet on hyvin heterogeeninen tutkimusalue. Kun kansallinen tutkijakoulu Langnet – Valtakunnallinen kielentutkimuksen tutkijakoulu – aloitti toimintansa 1990-luvun loppupuolella vieden tutkimusalueen tutkijat saman pöydän ympärille, tehtävän haasteellisuutta kuvasi se vaihe, jolla tutkijakoululle etsittiin yhteistä nimeä, joka sopisi eri kielitieteellisen tutkimuksen harjoittajille.

Kieltä tutkitaan useasta näkökulmasta; eri tutkimusaloja ovat esimerkiksi lingvistiikka, fonetiikka, filologia, diskurssi- ja keskusteluanalyysi, kielipedaagogiikka, kielipsykologia, kielifilosofia, kielisosiologia, retoriikan- ja tyyliintutkimus sekä neurolingvistiikka. Kielitiede onkin jo lähtökohtaisesti tieteidenvälistä. Tutkimuksen yleinen kehitys on ollut Suomessa samanlaista kuin muuallakin, mutta kielentutkimuksen painotuksissa on nähtävissä eroja. Muutamissa maissa (esim. Yhdysvalloissa) on yleinen kielitiede tärkeä tutkimusalue, ja sillä on vahva luonnon-tieteellinen ote teoriassa ja metodeissa.

Suomessa fonetiikka ja yksittäisiin kieliin tai kieli-alueisiin keskittyvä tutkimus on ollut perinteisesti vahvaa (kansalliskielet, anglistiikka, germanistiikka, romaninen filologia). Näille kielentutkimuksen alueille ovat kehittyneet vahvat laitokset, jotka osaltaan keskittyvät soveltavan kielentutkimuksen alueelle, varsinkin vieraan kielen oppimiseen. Muita tärkeitä soveltavan kielitieteen aloja Suomessa ovat kääntäminen, tulkkaus, logopedia ja eri viestinnälliset sovellutukset.

Suomalaisen kielentutkimuksen erityisiä vahvuusalueita ovat keskusteluanalyysi, kielitypologia ja kielihistoria. Vahvoja ovat myös kognitiivinen lingvistiikka, konstruktiokielioppi sekä kielitekniologia. Arvostettuja ovat diskurssianalyysi, vähemmistökielten tutkimus, kielikontaktien tutkimus ja viittomakielten tutkimus.

Kielitieteissä kotimaassa julkaiseminen on perinteisesti ollut tärkeä tutkimustulosten esitystapa. Kuitenkin kansainvälisten referee-artikkelien merkitys on kasvanut erittäin voimakkaasti viimeisten kymmenen vuoden aikana. Tähän on Langnet-tutkijakoululla ollut ratkaiseva merkitys. On huomattava, että julkaisukäytäntö on muissa Pohjoismaissa ollut hyvin samankaltainen kuin Suomessa, silti suomalaisten tutkijoiden kansainvälinen näkyvyys on kahdenkymmenen viimeisen vuoden aikana ollut Pohjoismaiden tutkijakollegoihin nähden heikohko. Julkaisukulttuurin kehittämiseen on tulevaisuudessa kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

Kielitieteiden laaja-alaisuus tutkimuskenttänä viestii kielitieteiden tärkeydestä. Kielitieteillä on huomattava vaikutus eri yhteisöjen ja kansakuntien käsitteisiin omasta historiastaan ja identiteetistään. Kielentutkimus on osa kulttuurisen tiedon luomista ja välittämistä.

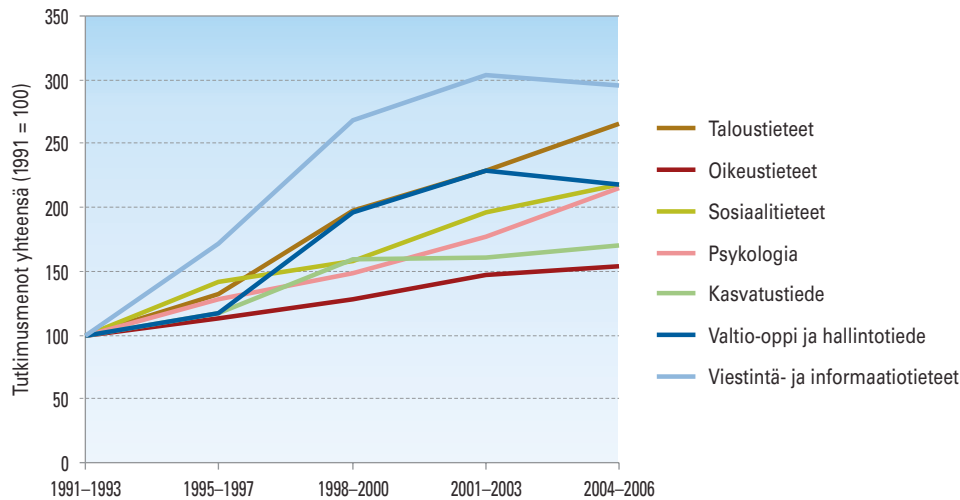
■ Professori *Terttu Nevalainen* johtaa Helsingin ja Jyväskylän yliopistoissa toimivaa Englannin kielen vaihtelun, kontaktien ja muutoksen huippuyksikköä, joka tutkii kieltä sosiaalisena ja diskursiivisena ilmiönä, kielen muutoksen prosesseja sekä variaation typologiaa. Huippuyksikössä tehtävä tutkimus ylittää perinteisiä tieteenalojen välisiä rajoja yhdistämällä kielentutkimukseen sosiaalhistorian, kulttuurin ja oppimisen tutkimuksen sekä tietojenkäsittelytieteen lähestymistapoja ja menetelmiä.



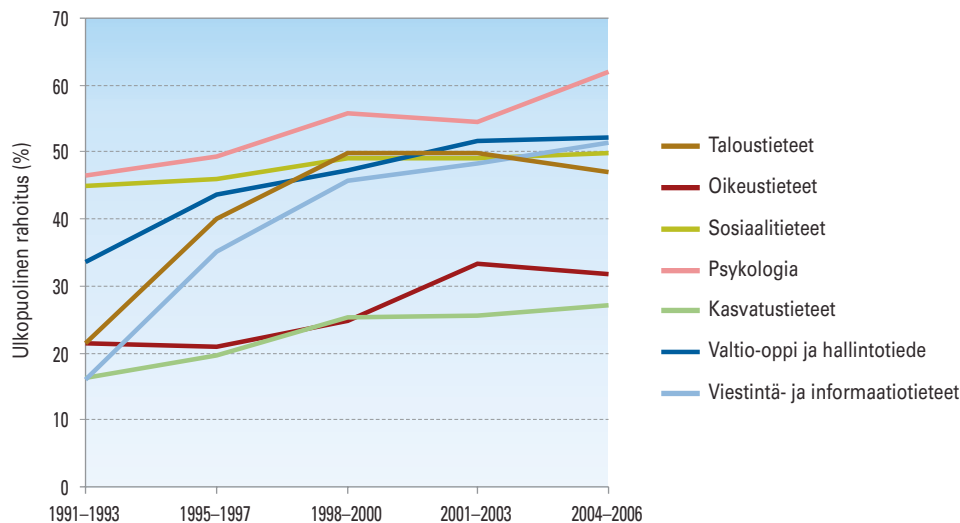
## Yhteiskuntatieteelliset alat

Kuvassa 4 esitetään yliopistojen tutkimusmenojen (ml. budjettirahoitus ja ulkopuolinen rahoitus) kehitys yhteiskuntatieteissä vuosina 1991–2006. Tarkastelujakson aikana tutkimusrahoituksen kasvu on ollut voimakkainta taloustieteissä, valtio- ja hallintotieteissä, viestintä- ja informaatiotieteissä ja psykologiassa, joissa rahoitus on vähintään kaksinker-

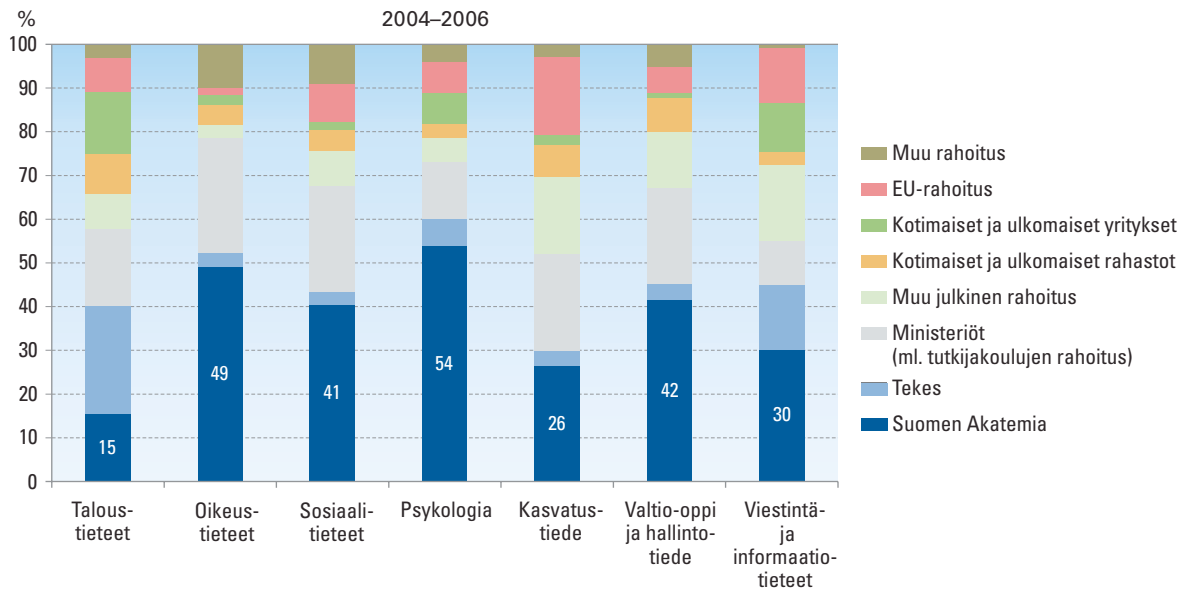
taistunut. Yhteiskuntatieteellisillä aloilla Suomen Akatemia on ollut tärkein rahoituslähde psykologiassa, sosiaalitieteissä, oikeustieteissä, valtio-opissa ja hallintotieteissä sekä viestintä- ja informaatiotieteissä (ks. kuvat 5 ja 6). Taloustieteissä Tekesin rahoitus on tullut Akatemian rahoitusta suuremmaksi ollen 25 prosenttia ajanjaksolla 2004–2006. Myös ministeriöiden rahoitus sekä EU-rahoitus ovat yhteiskuntatieteellisillä aloilla tärkeitä.



**Kuva 4.** Yliopistojen tutkimusmenot yhteiskuntatieteissä 1991–2006, muutos. Lähde: Tilastokeskus ja Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto 2008.



**Kuva 5.** Ulkopuolinen rahoitus yliopistojen tutkimusmenoissa yhteiskuntatieteissä. Lähde: Tilastokeskus ja Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto 2008.



**Kuva 6.** Ulkopuolinen rahoitus yliopistojen tutkimusmenoissa rahoituslähteittäin yhteiskuntatieteellisillä aloilla vuosina 2004–2006. Lähde: Tilastokeskus ja *Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksikkö TaSTI, Tampereen yliopisto 2008.*

## Oikeustieteet

- Professori *Kimmo Nuotion* (Helsingin yliopisto) hankkeessa ”Turvallisuus – Rikosoikeuden loppu?” tutkitaan rikosoikeuden järjestelmän kehitystä, jossa se tulee kudotuksi entistä monimutkaisempaan turvallisuushallinnan regiimiin. Oikeudellista doktriinia käytetään indikaattorina turvallisuusregiimin ylläpitämistä poliittisesta paineesta ja vallan läsnäolosta. Tutkimus on yhtä aikaa oikeusteoreettista ja yhteiskunta-teoreettista.

Oikeustieteellisiä tiedekuntia on Suomessa kolme, ja alan toiminta on perinteisesti käytännöllisesti suuntautunutta. Oikeustieteen alalta ei ole Suomessa tehty tieteenalaa-arviointia ja vain Helsingin yliopiston tutkimuksen arvioinnissa on oikeustieteellinen tiedekunta tullut arvioiduksi.

Helsingin yliopiston oikeustieteellisen tiedekunnan tutkimuksen arviointi kuvaa tieteenalan laadun hyvin epätasaiseksi. Tutkimus on organisoitumassa yksilötutkimuksesta tutkimusryhmiin, jotka suuntautuvat tieteidenväliseen, vertailevaan ja kan-

sainväliseen tutkimukseen. Kaikissa Helsingin tiedekunnan suurissa laitoksissa on monen tasoista tutkimusta, niin erinomaista (esimerkiksi yleinen oikeustiede, naistutkimus, sosiaalinen siviilioikeus), hyvää (kuten rikosoikeus, hallinto-oikeus, vero-oikeus) kuin tyydyttävää tutkimusta. Tästä syystä laitosten arvosanat ovat keskinkertaisia. Ainoa korkeimman arvosanan saanut laitos on yhteen tiedekunnan vahvuusalaan (kansainväliseen oikeuteen) keskittynyt pieni instituutti.

Suomen oikeustieteelliset tiedekunnat ovat joissakin suhteissa profiloituneet eri tavalla, niin, että esimerkiksi Turun tiedekunnan vahvuuksiin kuuluu perusoikeuksien tutkimus. Vaikutelmaa korkealaatuisen tutkimuksen keskittymisestä tietuille tutkimusaloille vahvistaa se, että myös Helsingin tutkimuksen arvioinnin jälkeen huippuyksiköt ja muut tutkimushankkeet näyttävät keskittävän tutkimuksen arvioinnissa hyvin menestyneille aloille. Huippuyksiköiden ja muiden tutkimushankkeiden avulla on ollut mahdollista ylittää laitosjaon ongelmia ja myös vähentää yksittäiseen oikeustieteelliseen oppiaineeseen keskittävän tutkimuksen ongelmia.

Tutkimuksen institutionaalinen jakautuminen Helsingissä laitoksiin perustuu osittain perinteiseen oikeudelliseen systematisointiin (yksityis- ja julkisoikeus). Arvioinnissa jako todettiin kontraproduktiiviseksi: laitosjako pikemminkin estää kuin edistää suuntautumista tieteidenväliseen, vertailevaan ja kansainväliseen tutkimukseen. Epätasapaino professuurien ja väitöksen jälkeisten paikkojen välillä nähtiin myös uhaksi. Yhtäältä tutkimushankkeista näyttää olevan vaikea rekrytoitua opetusvirkaan ja toisaalta tutkimusintensiiviset alat eivät ole virkarakenteessa vahvoja. Ongelmana on voimavarojen jakautuminen. Perinteisesti vahvat aineet eivät halua menettää voimavarojaan. Myös oikeustieteen opetusohjelma ylläpitää tarvetta jakaa voimavaroja kaikille oikeustieteen osa-alueille. Maisteriopetuksen tavoitteena on tuottaa lakimiehiä, joilla on perustiedot kaikilta voimassaolevan oikeuden aloilta, mikä edellyttää, että niissä annetaan opetusta.

Valtakunnallinen tutkijakoulu, vuosittaiset valtakunnalliset oikeustieteen päivät ja perinteisiä tutkimusaloja ylittävien tutkimushankkeiden syntyminen osoittavat kansallista tutkijoiden verkottuneisuutta. Euroopan yhdentymiseen ja globalisoitumiseen liittyvät paineet ohjaavat tutkijoita kansainvälistymään – etenkin Euroopan tasoinen yhteistyö on tullut jokseenkin välttämättömäksi. EU:n jäsenyyden vaikutukset oikeustieteeseen ovatkin välittömämmät kuin useimpiin muihin tieteenaloihin. Tutkimuskenttä on kuitenkin hyvin kaksijakoinen. Osa tutkijoista on integroitunut vahvasti kansalliseen ja kansainväliseen yhteistyöhön, osa työskentelee perinteisesti keskittyen kansallisten oikeuslähteiden tarjoamaan aineistoon ja kansallisiin kysymyksenasetteluihin.

Tutkijanuran ongelmat uhkaavat alan uusiutumista – paradoksaalisesti niin, että korkeatasoisesta tutkimukseen liittyvästä jatkokoulutuksesta on vaikeata kiinnittyä yliopistollisiin virkoihin. Myöskään eräiden oppialojen tutkimusintensiivisyyden ja virkarakenteen välillä ei aina ole vastaavuutta. Väitöskirjatyöhön rekrytoitumista vähentää maisterien hyvä työtilanne, eikä alalla synny ainakaan liian monia väitöskirjoja. Sen sijaan voidaan kysyä, rekrytoituvatko tutkimukseen juuri ne henkilöt,

joilla olisi siihen parhaat mahdolliset edellytykset. Tutkijakoulutettavien palkat koetaan pieniksi ja tutkijanura epävarmaksi. Oikeustieteen sisällä on erilaisia näkemyksiä lisensiaatintutkinnon säilyttämisestä. Tutkintoa on kehitetty ammatilliseksi jatkotutkinnoksi, mutta käytännössä suuri osa tohtori-opiskelijoista suorittaa aluksi lisensiaatintutkinnon, mikä hidastaa väitöskirjan valmistumista ja aiheuttaa rahoitusongelmia. Suuri osa työn ohella työskentelevistä jatko-opiskelijoista tavoittelee lisensiaatintutkintoa. Väitelleiden työmarkkinat yliopistojen ulkopuolella ovat melko hyvät ainakin tohtoritutkinnon suorittaneiden suhteellisen palkkatason perusteella arvioiden.

## Psykologia

■ Akatemiatutkija *Mika Koivisto* (Turun yliopisto) tutkii visuaalisen tajunnan neurokognitiivisia mekanismeja. Fenomenaalisen tajunnan hermostollisen perustan selvittäminen on yksi tieteen haastavimmista ongelmista: miten aineelliset aivot voivat muodostaa omakohtaisia, subjektiivisia kokemuksia? Menetelminä käytetään kallon läpi tapahtuvaa aivojen magneettistimulaatiota (TMS) yhdistettynä aivojen toiminnalliseen magneettikuvaukseen, aivojen sähkötoiminnan mittausta- ja analyysimenetelmiä ja käyttymisen mittauksia.

Psykologia on vahva alue, jossa monilla alueilla tehdään erittäin korkeatasoista tutkimusta (mm. aivotutkimus, oppimisen ja motivaation tutkimus). Alalla on myös kaksi huippuyksikköä, Oppimisen ja motivaation- ja Aivotutkimuksen yksiköt. Psykologian vahvuusalueita ovat pitkittäistutkimukset, dysleksia ja psykoterapiatutkimus. Myös metodologiset vahvuudet ovat merkittäviä psykologian tutkimuksessa. Alalla on paljon uusia korkeatasoista tutkimusta tekeviä nuoria.

Viimeisten kymmenen vuoden aikana psykologian tutkimuksen taso on Suomessa parantunut merkittävästi. Yksi syy on ollut tutkijankoulutuksen laadun parantuminen. Tutkijakoulujen funktio ei ole vain uusien tohtoreiden koulutus, vaan se tarjoaa myös rakenteen senioritason tutkijoiden ver-

kottumiselle. Psykologian tutkimuksen voidaankin sanoa elävän voimakasta uusiutumisen vaihetta. Aivotutkimuksen tai fysiologisen tutkimuksen piirissä esimerkiksi uudet menetelmät ja laitteet ovat tuoneet aivan uusia mahdollisuuksia ja uusia lähestymistapoja. ”Vanhoja” tutkimuskysymyksiä pohditaan nyt uudesta näkökulmasta, esimerkiksi tunteiden merkitys on viime aikoina noussut tutkimuskohteeksi ja toisaalta pohditaan genetiikan eli geenien yhteyttä psyykkisiin tekijöihin. Psykologiassa on siirrytty entistä enemmän prosessien ja yksittäistapausten mallintamiseen.

Alan selvänä heikkoutena voidaan mainita priorisoinnin puute: samaa tutkimusta tehdään monissa yliopistoissa eikä välttämättä yhteistyössä. Yksi huolenaihe on myös yleisemminkin Suomessa havaittu kansainvälisen liikkuvuuden vähentyminen, vaikka toisaalta on otettava huomioon, että kansainvälisyys on läsnä koko ajan modernissa tutkimusenteossa. Sapattivapaajärjestelmän tarve on alalla ilmeinen. Vakava tulevaisuuden uhka on liian kova kilpailu ja sisäänpäin lämpiävyys.

Psykologian alalla on runsaasti soveltavaa tutkimusotetta, jolla on paljon vaikuttavuutta. Mutta ongelmana tässäkin on voimavarojen puute ja paradoksaalisesti yhteistyö median kanssa.

Alan tutkijat ovat hyvin verkottuneita ja heillä on vahva kansainvälinen ote (esim. julkaisutoiminnassa). Esimerkiksi Psykonet-yliopistoverkko mahdollistaa ja vahvistaa yhteistyötä. Huippuyksiköiden välinen yhteistyö eri yliopistojen välillä on tärkeää. Uusi Allianssi-yhteistyö (Jyväskylän yliopisto ja Tampereen yliopisto) luo uusia mahdollisuuksia. Yksi hyvä esimerkki kansallista tasoa laajemmasta kontaktiverkostosta on Baltic-Nordic-tutkijankoulutusverkosto.

- Professori *Jari-Erik Nurmi* (Jyväskylän yliopisto) johtaa Oppimisen ja motivaation huippuyksikköä, jonka tavoitteena on luoda uusi, integratiivinen ja tutkittuun tietoon perustava näkemys siitä, miten oppimisvaikeudet kehittyvät neurokognitiivisten ja motivationaalisten tekijöiden dynaamisessa vaikutuksessa. Tällainen ymmärrys luo puolestaan pohjaa oppimisvaikeuksien ehkäisylle sekä perhe- että kouluympäristöissä.

## Kasvatustiede

- Tutkijatohtori *Maarit Alasuutarin* (Tampereen yliopisto) tutkimuksessa tarkastellaan sitä, miten lapsikohtaiset kasvatussuunnitelmat vaikuttavat päivähoidon käytäntöihin, perhe-elämään sekä lapsuutta ja lasten kasvattamista koskeviin näkemyksiin. Tutkimuksen lähestymistapa on etnografinen tapaustutkimus, jonka aineisto kerätään yhden keskikokoisen kunnan alueella, sen kolmessa päiväkodissa.

Kasvatustiede on menestynyt tutkimuksen arvioinneissa kohtuullisen hyvin. Kokonaisvaikutelmaa hämää kuitenkin se, että kasvatustieteiden koulutus jakaantuu useisiin, eri funktioita toteuttaviin yksiköihin. Tieteellisen toiminnan edellytykset ja laatu varioidivat sen mukaan, onko kysymys varhaiskasvatuksesta, opettajankoulutuksesta vai varsinaisista tieteenalaohjelmista (kasvatustiede, aikuiskasvatus, ammatikasvatus, erityispedagogiikka). Tässä käytetään jalkoa opettajankoulutus ja kasvatustieteet, joista jälkimmäinen kokoaa yhteen eri tieteenalaohjelmat.

*Opettajankoulutuksessa* vahvuutena on osallistuminen kansallisiin ja kansainvälisiin tutkijaverkostoihin (mm. opettaja-tutkijaverkosto, jolla on yhteiskunnallista vaikutusta). Lisäksi joidenkin tutkijoiden yhteydet ovat hyviä niin tutkimuksen kuin opetuksenkin laatuyksiköihin. Opettajankoulutuksen heikkoutena on, että virkarakenne on liian opetuspainotteinen ja hitaasti muuttuva. Myös korkeatasoisten tieteellisten julkaisujen määrä on vähäinen, ja vain pieni osa henkilöstöstä osallistuu tutkimusjulkaisujen tuottamiseen. Erillään toimivien laitosten välillä tutkimusyhteistyö jää usein vähäiseksi. Myös tohtoriopiskelijoiden keskinäinen yhteistyö on vähäistä. Eräissä tapauksissa on havaittavissa yhtenäisen tutkimusstrategian puuttuminen.

*Kasvatustieteiden* vahvuus on monitieteinen tutkimusorientaatio. Kasvatustieteissä toimii useita tutkimusryhmiä, joissa tohtoriopiskelijoiden lisäksi on myös post doc -tutkijoita. Joissakin yksiköissä esiintyy kiinnostusta ja pyrkimystä tutkimusmetodologian kehittämiseen. Kasvatustieteiden heikkouksia ovat muun muassa ulkoisen tutkimusrahoituksen vähyys ja sattumanvaraisuus. Post doc -tut-

kijoita on vähän, myös yhteistyö on usein vähäistä tutkijankoulutuksessa ja tutkimushankkeissa tiedekunnan eri laitosten tai yksiköiden välillä. Suhteellisen pieni määrä henkilöstöä hankkii ulkopuolista rahoitusta ja tuottaa korkealaatuisia artikkeleita. Useilta laitoksilta näyttäisi puuttuvan myös oma julkaisustrategia.

Tieteentutkimuksen ulkoisissa arvioinneissa kasvatusalan tutkimus on saanut suhteellisen korkeita arvosanoja. Eri yliopistojen kasvatustieteiden tiedekunnilla ja laitoksissa on vuosien ajan tehty strategisia toiminta- ja kehittämissuunnitelmia. Eri laitoksilta löytyy myös näyttöjä korkeatasoisista kansainvälisistä julkaisuista, innovatiivisista tutkimushankkeista ja kansainvälisesti kiinnostavista yhteistyöhankkeista. Kansainväliset läpimurrot saattavat kuitenkin olla vain pienen vähemmistön aikaansaannoksia, eivätkä siten anna oikeaa kuvaa koko laitoksen toiminnasta.

Monitieteiset tutkimushankkeet ovat selvästi lisääntyneet. Tutkijat ovat varsin hyvin linkittyneet kansainvälisiin tutkijaverkostoihin. Lähes kaikissa kasvatustieteiden yksiköissä on vähintään yksi kansainvälisesti painottunut tutkimushanke. Partnerien valintaan tulisi kuitenkin paneutua huolellisemmin. Avainkysymys on: millaiset ja mitkä partnerit tuottavat todellista lisäarvoa tutkimushankkeen tavoitteita ajatellen. Yksin puurtamisen sijasta tulevaisuudessa olisi suotavaa tuottaa entistä enemmän yhteisjulkaisuja (myös ulkomaisten tutkijoiden kanssa).

Kasvatustieteissä on viime vuosina havahduttu tarpeeseen uusiutua metodisesti. Kasvatustieteellisen tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä merkittävä osa on perusluonteeltaan sellaisia, että ne edellyttävät laajaa, monimetodista lähestymistapaa (*multi/mixed method*). Samaan aikaan on virinnyt kiinnostusta metodiseen kehittelytyöhön (mm. epälineaaristen mallinnusmenetelmien kehittäminen). Tällainen kehittelytyö on saanut ansaittua kiitosta myös tieteenala-arvioinneissa. Keskeisenä haasteena on tutkijankoulutuksen kehittäminen yliopistojen välisenä yhteistyönä. Kasvatustieteiden tutkimuksen uusiutumista ovat edistäneet myös viime vuosina käynnistetyt ja toteutetut monitieteiset tutkimushankkeet. Yhtenä monitieteisyyteen liittyvänä rajoitteena on nähty koulutuksen talouden asiantuntijoiden vähäisyys.

Kasvatusalan tutkimuksen vaikuttavuus arvioidaan usein korkealle. Suurin haaste on kuitenkin mittausmenetelmien ja arvioinnin kehittäminen selkäläiseksi, että se antaa relevanttia tietoa tutkimuksen todellisesta vaikuttavuudesta.

## Sosiaalitieteet

■ Tutkijatohtori *Simo Häyrynen* (Joensuun yliopisto) yhdistää tutkimuksessaan yhteiskuntatieteellisen ja kulttuurintutkimuksellisen selitystavan analysoidessaan yhtä modernin yhteiskunnan suurista kysymyksistä eli taantuvien teollisuusyhdyskuntien julkisia ja ei-julkisia selviytymisstrategioita. Hänen tutkimuskohteensa on kaivoskaupunkina tunnettu Outokumpu vuonna 1989 tapahtuneen kaivostoiminnan päättymisen jälkeen.

Suomessa on sosiaalitieteiden yliopistotutkimusta ja ylintä opetusta yli kymmenessä yliopistossa. Sosiaalitieteisiin kuuluvat keskeisimpinä oppiaineina sosiologia, sosiaalipolitiikka, sosiaalityö, yhteiskuntapolitiikka ja sosiaalipsykologia. Näiden lisäksi on sosiaalitieteiden erityisaloja ja monitieteisiä aloja oppiaineina, joissa on mahdollista väitellä.

Sosiaalitieteiden tutkimusalue on institutionaalisesti kattava, tutkimuksen kenttä on laaja ja se kattaa yhteiskunnan eri ilmiöt. Substanssina sosiaalitieteet ovat mukana myös monitieteisissä oppiaineissa, kuten naistutkimus ja kulttuurintutkimus, mutta myös muun muassa organisoimisen oppiaineissa sosiaalitieteet ovat merkittävästi läsnä.

Tehdyissä tutkimusarvioinneissa sosiaalitieteet ylsivät, paria poikkeusta lukuun ottamatta kansainvälisesti korkealle. Kansainvälisyys näkyy kasvaneina kansainvälisinä julkaisuina, lehtien toimitustyöhön osallistumisena, kansainvälisten kustantajien julkaisemina monografioina ja monipuolisesti kansallisesti ja kansainvälisesti rahoitettuna tutkimushankkeina.

Arvioinneissa tuotiin esille yleisiä yliopistojärjestelmään liittyviä heikkouksia, jotka voivat heijastua tutkimuksen laadussa. Esimerkiksi Helsingin yliopiston tutkimusarvioinnissa mainittu haaste oli rahoituksen ja post doc -tutkijapaikkojen epä-

varmuus ja vähäisyys. Kun tieteen uusiutuminen edellyttää uusia avauksia ja pitkäjänteistä työtä niiden eteen, on rahoituksen lyhytjänteisyys ja epävarmuus kansainvälisten arviointipaneelien taholta mainittu haasteeksi korkeatasoisen tutkimuksen laadun säilymiselle. Osa yksiköistä on pieniä, jolloin ei ole mahdollista pyrkiä tutkimuksen huipulle vähäisin resurssein. Osa pienimmistä yksiköistä julkaisee enemmän kansallisesti kuin kansainvälisesti.

Sosiaalitieteet ovat kansainvälisesti suuntautuneita ja vahvasti verkottuneita niin Pohjoismaihin kuin Eurooppaan. Verkottuminen Euroopan ulkopuolelle on lähinnä Yhdysvaltoihin ja Venäjälle. Tutkijoilla on useita EU-rahoitteisia hankkeita laitoksilla, kansainvälisyys näkyy myös perusopiskelijoiden ja jatko-opiskelijoiden kansainvälistymisessä. Tutkijakoulut ovat lisänneet järjestelmällistä verkottumista, jolloin liikkuvuus on kasvanut ja kansainvälisten konferenssien ja seminaarien järjestäminen alkaa olla tavanomaista (= merkki tutkijoiden kansainvälisestä aidosta yhteistyöstä).

Erityisesti pieniltä yksiköiltä kansainvälinen yhteistyö sekä verkottuminen ja liikkuvuus vaativat isoja ponnistuksia, koska voimavaroja ei ole riittävästi.

Sosiaalitieteiden uusiutumista arvioitiin poikkeuksetta kiittävästi korkean arvosanan saaneiden yksiköiden arviointiraporteissa. Uusiutuminen koska sekä yhteiskunnallisesti ajankohtaisten aiheiden tutkimusta (kansallinen konteksti) että kansainvälisessä tutkimuksessa teoreettis-metodologisesti tutkimuksen uusiutumista seuraavaa tutkimusta. Monitieteisyys mainittiin myönteisesti tutkimuksen uusiutuvuuden osalta.

Tieteen uusiutuminen yhteiskuntatieteissä on suuresti riippuvaista pitkäjänteisen työn tekemisen mahdollisuuksista. Pitkäjänteisen työn tekemisen edellytykset ja mahdollisuudet puuttuvat laajasti yliopistosta tänä päivänä, myös kansainvälisten arviointiraporttien mukaan.

Sosiaalitieteiden tutkimuskenttänä on yhteiskunta, joten tutkimus on läpeensä vaikuttavaa. Vaikuttavuus on diffuusia, laajassa mielessä itseyemmärystä lisäävää. Sosiaalitieteissä erityisesti sosiaalipoliittikka ja sosiaalityö tarjoavat usein konkreettista, empiiristä tietoa yhteiskunnan kannalta keskeisistä

ongelmista ja niiden ratkaisemisesta. Sosiaalitieteiden, kuten sosiologian, perustutkimus puolestaan tarjoaa teoreettis-metodologisia välineitä muille tieteenaloille ja laajentaa perusteorioiden joukkoa, jolla on rihmaston (*rhizome*, Deleuze & Guattari 1992) tapaan rakentuvia yhteyksiä ja vaikutuksia myös muihin tieteenaloihin.

Pitkien ja hitaiden tutkimuksen yleisempien vaikuttavuusprosessien selvittäminen ja niiden merkityksen ymmärtäminen on erityinen haaste tutkimuksen rahoittajille. Tieteen vaikuttavuuden käsitäminen kapea-alaisesti medianäkyvyydeksi on haaste sekä tutkijoille että tutkimuksen rahoittajille tässä ajassa, jossa on taipumusta ajatella, että vain medianäkyvä tutkija on hyvä tutkija.

## Taloustieteet

- Professori *Markku Tuominen* (Lappeenrannan teknillinen yliopisto) johtaa hanketta "Innovaatiivisuus Venäjän korkean teknologian yrityksissä", jossa tavoitteena on tutkia innovaatioiden kaupallistumista Venäjällä. Hankkeessa määritellään venäläisen innovaatioympäristön nykytila ja analysoidaan teknologiansiirron, avoimien innovaatioiden ja hajautetun tuotekehityksen vaikutuksia innovaatioiden kaupallistamiseen Venäjällä.

Taloustieteet, liiketaloustiede ja kansantaloustiede, ovat tärkeä osa suomalaisten yliopistojen koulutus- ja tutkimusta. Kansantaloustiede on tyypillisesti otteeltaan yhteiskuntatieteellinen. Liiketaloustieteen tutkimusperinne on moninaisempi, hajaantuen laskentatoimeen, johtamiseen, markkinointiin ja yrittäjyyteen. Liiketaloustieteen tutkimusperinne on nuorempi kuin kansantaloustieteen, mutta sen tutkijakapasiteetti on kasvanut viime vuosina kansantaloustiedettä suuremmaksi.

Eri yliopistojen omien arviointien lisäksi Suomen Akatemia on tehnyt liiketaloustieteen valtakunnallisen arvioinnin. Kauppatieteellisen alan valtakunnallisessa arvioinnissa oli mukana yhdeksän kauppatieteellistä yliopistoyksikköä, yhteensä 65 alan laitosta. Tavoitteena oli alan tieteellisen tason arviointi, tutkimuksen vaikuttavuus liiketoimintaosaamisen kannalta sekä suomalaisen toimintamallin arviointi.

Arviointien yleiskuva on, että kaikissa taloustieteiden yksiköissä opetustehtävät korostuvat ja tutkimusta resursoidaan verraten niukasti. Tieteellisessä tasossa ei ole mainittavia eroja yliopistoyksiköiden välillä. Tutkimus on kauttaaltaan arvioitu hyväksi.

Alan kansallinen yhteistyö on selvästi lisääntynyt ja lisääntymässä, osittain yliopistojen valtakunnallisten organisaatiomuutosten siivittämänä, mukaan lukien Helsingin taloustieteellinen tutkimuskeskus HECER, Turun yliopiston ja Turun kauppa- korkeakoulun yhdistyminen, uusi kauppatieteellinen yksikkö Joensuun ja Kuopion muodostamassa Itä-Suomen yliopistossa, Allianssi-yhteistyö Jyväskylän ja Tampereen yliopistojen välillä ja koulutusyhteistyö Oulun ja Lapin yliopistojen välillä. Tosin alan tutkijoiden liikkuvuus maan sisällä ja myös kansainvälisesti on vielä verrattain vähäistä.

Kauppatieteellisellä alalla toimivat korkeatasoiset valtakunnalliset tutkijakoulut (KAVA ja KATA-JA) ja alalla on laajaa kansainvälistä yhteistyötä. Kansainvälinen huippututkimus on lisääntynyt 2000-luvulla. Tosin alalla on edelleen niukasti huippututkimusyksiköitä ja akatemiaprofessoreita. Vaikka alan tutkijankoulutus on laajentunut merkittävästi, akateemisen uran houkuttelevuutta on edelleen syytä parantaa ja rakentaa erilaisia urapolkuja niin akateemisille kuin työelämätohtoreille. Alan tutkimukseen ja koulutukseen on kasvava tarve sekä yliopistoissa että yrityksissä.

Kauppatieteellisen alan haasteita on alan perustutkimusrahoituksen lisääminen. Erityisesti empiirisesti suuntautuneessa tutkimuksessa tarvitaan rahoitusta laajojen yksilö- ja rekisteriaineistojen hankintaan. Lisäksi tutkimuksen vahvistamiseksi tarvitaan ohjelmallisuutta ja monitieteisyyden hyödyntämistä. Monitieteisellä yhteistyöllä pystytään luomaan kriittistä massaa ja edistämään alan yhteiskunnallista vaikuttavuutta.

Globalisoituminen on synnyttänyt uusia kysymyksenasetteluja, mutta tarvetta on edelleen myös teorian kehittämiseen suomalaisista liiketaloudellisista ja institutionaalisista lähtökohdista. Taloustieteilijät ovat mukana talouspoliittisissa keskusteluissa ja erilaisissa asiantuntijatehtävissä. Tulevaisuudessa alan soveltava tutkimusperinne on keskeinen yhteiskunnallisen vaikuttavuuden näkökulmasta katsottuna.

## Valtio-oppi

■ Akatemiaprofessori *Kari Palonen* (Jyväskylän yliopisto) johtaa Poliittinen ajattelu ja käsite-muutokset -huippuyksikköä, jossa ajatellaan, luetaan ja analysoidaan ilmiöitä poliittisesti. Tämä menetelmä laajentaa politiikan tutkimusta kaikkeen pelivaraa sisältävään eli kontingenttiin toimintaan. Huippuyksikkö koostuu kolmesta toisiinsa kytkeytyvästä tutkimusryhmästä: Poliittinen ajattelu ja käsitehistoria (tutkijat historioitsijoita ja politiikan tutkijoita), Filosofian ja sukupuolen politiikka, jossa puolestaan analysoidaan sukupuoli- ja seksuaalisuusteemoja poliittisesti sekä Poliitiikka ja taide, jossa analysoidaan eri taiteenlajeja poliittisena toimintana.

Valtio-opin alaan kuuluvaa akateemista tutkimusta tehdään Helsingin, Jyväskylän, Tampereen ja Turun yliopistoissa sekä Åbo Akademiassa. Alan opetusta annetaan myös muissa yliopistoissa. Kansallisessa katsannossa keskeisillä mittareilla arvioituina valtio-opin laitokset ovat olleet 2000-luvulla hyvin menestyksekkäitä. Suomen Akatemian rahoittama tutkimuksen huippuyksikkö toimii Helsingin, Jyväskylän ja Turun valtio-oppia edustavien laitosten piirissä. Åbo Akademin valtio-opin laitoksella on demokratian tutkimukseen keskittyvä niin sanottu sisäinen huippuyksikkö. Tampereen yliopiston politiikan tutkimuksen laitos on saanut koordinoitavakseen vaalitutkimukseen keskittyvän suuren projektin. Laitoksella toimii myös muita kansallisesti ottaen suuria ulkopuolisella rahoituksella tuettuja tutkimusprojekteja. Suomen Akatemian akatemiaprofessorin virassa toimii Jyväskylän ja Turun valtio-opin oppituolin haltija. Suomen Akatemian rahoituskilvassa valtio-opin laitokset ovat olleet ylisummaan menestyksekkäitä.

Myös tieteellinen julkaiseminen kansainvälisillä foorumeilla on muun kansainvälisen toiminnan rinnalla kasvanut. Kun 1990-luvun lopulla vain joku-nen kirjoittaja oli saanut tekstinsä kansainvälisen kustantajan julkaisuohjelmaan, on tänä päivänä jokaisella laitoksella jo ainakin yksi tämäntyyppiseen suoritukseen yltänyt tutkija. Kaiken kaikkiaan suomalaisen valtio-opin eurooppalainen näkyvyys niin

tieteellisten konferenssien kuin tohtorinkoulutuksenkin alalla on merkittävästi parantunut 2000-luvulla. Suomalaisia näkyy aiempaa enemmän kansainvälisten tiedelehtien toimitusneuvostolistoilla. Myös toimitusneuvostoja vaativampiin kansainvälisiin toimitus-tehtäviin on valittu suomalaisia tutkijoita.

Suomalainen valtio-opin tutkimus on edennyt varsin hyvin viimeisten kymmenen vuoden aikana erityisesti kansainvälistymisen suhteen. Kansainvälistyminen näkyy julkaisufoorumeissa, osallistumisissa kansainvälisiin projekteihin ja kansainvälisten kongressien järjestämisessä. Heikkoudet liittyvät nuorten tutkijoiden entistä vähäisempään kiinnostukseen tehdä pitkäkestoisia tutkimus- ja opetusvierailuja ulkomaisiin keskuksiin, tutkijanuraan liittyvään yleiseen epävarmuuteen ja siihen, että alan todellisissa huippujulkaisuissa ei suomalaisia tutkimuksia ole nähty.

Mahdollisuuksia tarjoaa yliopistojen tehtäväkentteen uudistaminen siten, että tutkijakarriääri pystyy kilpailemaan menestyksellisesti uralle parhaiten sopivista henkilöistä. Ensiaskleet uudistamisen tiellä on otettu, mutta eteneminen vaikuttaa hitaalta. Uuden yliopistolain jälkeinen tilanne vasta näyttää, menestyykö valtio-oppi kilpailussa parhaita tutkijaresursseista. Pääasiallinen tutkimuksen laatuun kohdistuva uhka on tieteenalan hajanaisuus (niin Suomessa kuin kansainvälisesti) ja siihen liittyvä arviointikriteeristön moninaisuus.

Suomalaiset valtio-opin tutkijat ovat varsin hyvin verkottuneita. Helsingin ja Åbo Akademin tutkijat ovat varmaankin tässä suhteessa muita pidemmällä keskimäärin ottaen. Liikkuvuus on outoa kyllä vähenemässä tohtorintutkintoa suorittavien ja erityisesti post doc -vaiheeseen hiljattain edenneiden kohdalla. Tämän johtuu ehkä tutkijanuran epävarmuustekijöistä, mutta tietenkin myös sosiaalisista syistä. Amerikkalaisissa yliopistoissa rekrytoitavien tutkijoiden perhesuhteet otetaan aivan eri tavalla huomioon jo rekrytointivaiheessa kuin suomalaisissa yliopistoissa.

Yhteistyöverkostot ovat ylipäätään laajemmat kuin koskaan aikaisemmin. Osa yhteistyöstä on tavallaan ”pakotettua”, esim. EU-hankkeiden kohdalla, mutta luontevaa ja välttämätöntäkin kansainvälistä yhteistyötä tehdään aiempaa enemmän.

Suomalainen valtio-opin tutkimus on erittäin moninaista. Uusiutumista tapahtuu enemmän uusien näkökulmien ja tutkimusstrategioiden käyttöön-otossa tietyn koulukuntaidean sisällä kuin kokonaan uusien perusnäkökulmien omaksumisessa. Tässä suhteessa Suomi on paitsi moninainen myös hajanainen suuntauksien basaari. Alan yksikköjen pienuudesta johtuen uusiutuvuus voi joskus olla yhdestä henkilöstä kiinni. Kun viranhaltija siirtyy muualle, seuraaja voi tuoda mukanaan uuden suunnauksen. Ulkomailla on yleistä, että rekrytoinnissa etsitään tieteen erityisalan osaajaa. Meillä tähän ei yleensä ole varaa ehkä Helsinkiä lukuun ottamatta.

Vaikka suomalaiset valtio-opin tutkijat julkaisevat tieteellisiä monografioita yhä enemmän, ja tieteellisiä artikkeleitaakin saadaan merkittäville foorumeille entistä enemmän, on maailmalla julkaiseva suomalainen tutkijajoukko vielä hyvin pieni. On myös huomattava, että tieteellisen kirjallisuuden määrä kasvaa koko ajan valtavasti, joten suomalaisen tutkijoiden tuotannon suhteellinen osuus maailman valtio-opin tutkimuksesta saattaa itse asiassa olla pienentynyt. Vaikuttavuus on tietenkin ennen muuta laadullinen asia. Siinä suhteessa tilanne tuntuu pysyneen melko vakaana viimeisen kymmenen vuoden aikana.

## Viestintätieteet

- Professori *Maija-Leena Huotari* (Oulun yliopisto) johtaa tutkimushanketta ”Terveystiedon käytännöt ja vaikuttavuus”. Tutkimusympäristönä on metabolisen oireyhtymän ja lihavuuden ennalta ehkäisy. Hanke on tieteidenvälinen ja liikkuu informaatiotutkimuksen, lääketieteen ja hoitotieteen välillä. Tutkimus on erittäin ajankohtainen, sillä Euroopan WHOn mukaan liikalihavuus on kolminkertaistunut kahdessakymmenessä vuodessa.

Viestintätieteissä tehdään sekä humanistisesti että yhteiskuntatieteellisesti orientoitunutta tutkimusta. Tutkimuskenttä on laaja, ja sen ytimen muodostaa mediatutkimukseksi nimitetty viestintätutkimus, mutta ala sisältää laajan joukon muita tutkimus-suuntauksia, muun muassa viestintäteknologian,



visuaalisen viestinnän, puheviestinnän ja informaatiotieteiden tutkimusalueet. Monet alan tutkimuksen arvioinneista ovat suhteellisen vanhoja, ja vuonna 2007 julkaistu Viestintätutkimuksen nykytila Suomessa -raporttikin peilaa viestinnän tutkimusta lähinnä suhteessa yrityskenttään.

Viestinnän tutkimuksen laatua analysoitaessa voidaan alan vahvuutena pitää sen laaja-alaisuutta ja monitieteistä tutkimusotetta. Alan tutkimus on kansainvälistä. Esimerkiksi puheviestinnän tutkimusaiheet ovat lähtökohtaisesti kansainvälisiin, ajankohdittaisiin aihealueisiin kohdistuvia. Suomalaisella viestintätutkimuksella on kiinteä yhteys amerikkalaiseen tutkimukseen.

Alan heikkoutena ovat pienet yksiköt ja hajanaiset tutkimusstrategiat. Suomalainen viestintätutkimus on myös kielisidonnaista, eikä kansainvälisiä julkaisuja yleisesti ottaen ole riittävästi. Suomalainen viestintätutkimus on ollut perinteisesti vahvasti yhteiskunnalliseen journalismiin ja joukkoviestinnän tutkimukseen painottunutta. Uudet tutkimuskysymykset nousevat paljolti globalisaation tai digitoituvan median kehityksestä. Esimerkiksi kuvallisen viestinnän aiheet ovat alitutkittuja merkityksensä nähden.

Viestintätieteiden yliopistoverkosto on toiminut vuosia ansiokkaasti tiedon ja yhteistyön tiivistäjänä. Alalla on myös useita pohjoismaisia tutkimuksen ja tutkimustiedon yhteistyöryhmiä, esimerkiksi Pohjoismaainen tietokeskus Nordicom ja Nordlis-verkosto. Suomalaisia viestintätutkijoita on näkyvissä tehtävissä, puheenjohtajana ja varapuheenjohtaja esimerkiksi puheviestinnän uudessa eurooppalaisessa yhteistyöverkostossa. Perinteisesti monilla laitoksilla on vahvaa yhteistyötä yhdysvaltalaisen ja brittiläisten tutkijoiden kanssa.

Viestintätutkimuksella (mukaan lukien kuvallinen viestintä, puheviestintä ja informaatiotieteet) on vahva sidos ihmisten arkeen ja sillä on poikkeuksellisen suuri näkyvyys mediassa. Sen olemukseen kuuluu aktiivisesti osallistua yhteiskunnalliseen keskusteluun.

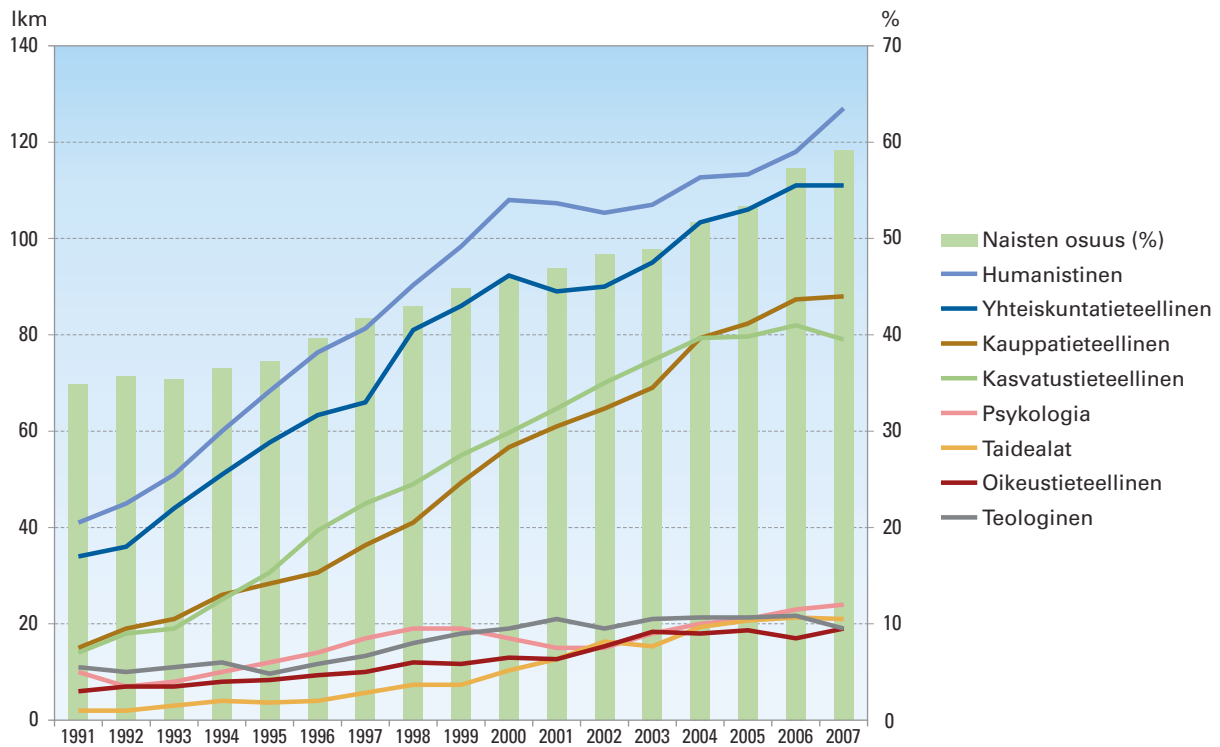
Alalla on myös säätiöitä tai rahastoja, jotka rahoittavat merkittävästi viestintätieteiden tutkimusta. Tämä suuntaa voimakkaasti tutkimusta.

Viestintätutkimus on empiirisesti painottunutta. Alalla on voimakas laadullisen tutkimuksen traditio. Tutkimusaiheista suosituimpia ovat media- ja populaarikulttuuri sekä organisaatioviestintä. Alan vaikeuttavuutta lisää myös tutkimuksen tiedeidenvälisyys ja poikkitieteisyys.

Yhteiskuntatieteellinen tutkimus korostaa käytännön ja teorian yhteyttä, esimerkiksi journalistisen toiminnan ja tutkimuksen yhteyttä. Monilla tutkijoilla on vahvat yhteydet viestimiin. Kuitenkaan viestintätutkijoiden työllistyminen yliopistojen ulkopuolelle ei ole sen helpompaa kuin muillakaan aloilla.

■ Professori *Pekka Isotaluksen* (Tampereen yliopisto) johtamassa hankkeessa "Vuorovaikutus professionaalisissa viestintäsuhteissa" tutkitaan millaiset viestinnän teoriat ja käsitteet ovat relevantteja tutkittaessa vuorovaikutusta. Hankkeessa sovelletaan pääasiassa kvalitatiivista tutkimusotetta ja siinä käytetään erilaisia aineistonkeruumenetelmiä, kuten haastatteluita, havainnointia, kyselyjä ja kirjoitelmia. Tuloksia voidaan soveltaa puheviestinnän opetuksessa sekä kehitettäessä menetelmiä vuorovaikutuksen laadun arviointiin professionaalisissa konteksteissa.

### 3 TUTKIJANKOULUTUS JA TUTKIJANURA



**Kuva 7.** Tohtorintutkinnot kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen koulutusaloilla sekä naisten osuus suoritetuista tohtorintutkinnoista vuosina 1991–2008, kolmen vuoden liukuavat keskiarvot. *Lähde: Opetusministeriö, Kota-tietokanta 2009.*

Kaikilla kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla ovat tohtorintutkinnot lisääntyneet voimakkaasti ajanjaksolla 1990–2008. Kaikkiaan tohtorintutkinnot ovat aloilla kolminkertaistuneet, naisten suorittamien tohtorintutkintojen määrä on jopa viisinkertaistunut ja miestenkin kaksinkertaistunut. Naisten osuus kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen koulutusaloilla oli 59 prosenttia ja miesten 41 prosenttia vuonna 2008. Erityisen voimakasta naisten tohtoroituminen on ollut kauppatieteellisellä alalla, lähes 11-kertaistuminen ajanjaksolla 1990–2008 ja kasvatustieteissä, lähes 8-kertaistuminen samalla ajanjaksolla.

Useilla kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla on selvänä vahvuutena laaja ja monipuolinen tutkijankoulutus. Teologiassa, historiassa, kulttuurien

tutkimuksessa, kielitieteissä, psykologiassa, kasvatustieteissä, sosiaalitieteissä, taloustieteissä, valtiotieteissä ja viestinnän tutkimuksessa toimii valtakunnallinen tutkijakoulu, jonka vaikutus on positiivinen. Tutkijakoulujen myötä tutkijankoulutus on tehostunut ja laatu parantunut. Tutkijakoulut ovat myös yhdistäneet hajallaan olevaa toimintaa kansallisella tasolla. Vahvuutena on myös tieteidenvälinen yhteistyö sekä avoimuus teoreettisille ja metodologisille näkökulmille. Tutkijakoulut toimivat hyvänä mallina systemaattisesta ja kansainvälisestä tohtorikoulutuksesta erityisesti Bologna-sopimuksen mukaiseen tutkijankoulutukseen siirryttäessä.

Keskeisin heikkous kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen tutkijankoulutuksessa on opettajien vähyys ja kuormittuminen. Tohtoriopiskeli-

joita on liikaa suhteessa työnohjaajiin, ja tällä on vaikutusta koulutuksen tasoon. Lisäksi laitokset ovat liian pieniä. Näihin ongelma-kohtiin on useissa arvioinneissa kiinnitetty huomiota. Myös valtakunnallista yhteistyötä voitaisiin tiivistää tulevaisuudessa entisestään.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla suoritetaan edelleen paljon tohtorintutkintoja tutkijakoulujen ulkopuolella. Yksityisten säätiöiden merkitys tohtorintutkinnon suorittamisen rahoittajina tutkijakoulujen rinnalla on myös tärkeää. Alalla suoritetaan lisäksi paljon tohtorintutkintoja muun työelämän ohessa tai harrastelijamielessä.

Tohtorintutkinnon jälkeinen vaihe on osoittautunut kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla ongelmallisimmaksi. Rahoitus on katkonaista, ja tohtorintutkinnon jälkeistä aikaa leimaa epävarmuus, koska pysyviä tutkijanpaikkoja on suhteellisen vähän. Tulevaisuuden haasteena voidaankin pitää tasapainon luomista tutkijankoulutukseen otettavien suhteen. Eräillä aloilla on liikaa koulutettavia (esim. historiatieteissä) ja karsintaa liian vähän. Tieteellinen tutkimus olisikin nivottava vahvemmin pe-

ruskoulutukseen, ja nuorten tutkijoiden urakehitystä edistettävä pitäen silmällä sekä heidän tulevaisuudennäkymiään että samalla yliopiston tarpeita.

Muutamilla kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla, kuten kielitieteissä, oikeustieteissä ja kasvatustieteissä, koulutukseen liittyy kaksijakaisuus. Yhtäältä hyvätasoiset valtakunnalliset ja yksiköiden omat tutkijakoulut tai huippuyksiköt ja eri tutkimushankkeet tarjoavat järjestelmällistä, usein kansainvälisesti orientoitunutta koulutusta kokopäivätoimisille jatko-opiskelijoille. Toisaalta esimerkiksi oikeustieteellisissä yksiköissä on suuri määrä jatko-opiskelijoita, jotka suorittavat vaihtelevalla menestyksellä jatkotutkintoja sivutoimisesti.

Tutkijanuraa koskeviin ongelmiin on vasta nyt alettu kiinnittää huomiota kansallisessa strategisessa tiedepoliittisessa suunnittelussa. Suomen Akatemian, yliopistojen ja säätiöiden tulisikin rakentaa mekanismeja, jotta voimavaroja voitaisiin koordinoita ja tohtorikoulutukselle asettaa yhteisiä kansallisia tavoitteita. Tohtorintutkintojen määrän korostuminen yliopistojen rahoitusmallissa ei ole tarkoituksenmukainen kannustin.

## 4 TUTKIMUKSEN INFRASTRUKTUURIT

Toimikunnan alojen tutkimuksen infrastruktuurit ovat tietoaineistoja ja rekistereitä, aineiston käsitteilymenetelmiä, niihin liittyvää ammattitaitoa ja laskentakapasiteettia sekä tutkimuslaitteistoja.

Kirjastot ja arkistot ovat humanistis-yhteiskuntatieteellisille aloille välttämättömiä. Näillä aloilla tutkimusta julkaistaan monografioiden avulla. Myös vanhempaa tutkimuskirjallisuutta luetaan jatkuvasti. On välttämätöntä, että kirjastojen aineistoja ja palveluja ylläpidetään ja kehitetään.

Aineistoja on runsaasti. Muistiorganisaatioihin on keskittynyt vakiintuneita aineistoja, jotka ovat kansallisesti merkittäviä ja tutkijoiden yhteiskäytössä. Näistä suurin osa on kuitenkin sellaisessa muodossa, että niitä voidaan käyttää vain arkistossa tai kirjastossa käsin poimien. Lisäksi lukuisissa tutkimushankkeissa ja -ohjelmissa on syntynyt kansallisesti merkittäviä aineistoja, joita voi hyödyntää edelleen. Myös yksittäisillä tutkijoilla ja laitoksilla on hallussaan aineistoja, joista olisi hyötyä tutkijakunnalle laajemminkin, mutta niitä ei ole tallennettu ja käsitelty levitettävään ja hyödynnettävään muotoon. Lisäksi yhteiskunnan ja kulttuurin tutkimuksessa hyödynnetään monia sellaisia aineistoja, joita ei ole alun alkaen koottu tutkimustarpeisiin, muun muassa eduskunnan asiakirjoja ja oikeuden pöytäkirjoja.

Aineistojen kokoaminen ja tehokas hyödyntäminen on alojen keskeinen tavoite. Aineistojen teknisen hyödynnettävyyden lisäksi tarvitaan myös tietoa tietosuojasta ja käyttöoikeuksista. Aineistojen kehittämisessä on kaksi linjaa. Voidaan koota hajallaan olevia aineistoja yhteen, kartuttaa niitä systemaattisesti ja saattaa ne mahdollisimman laajasti ja monipuolisesti tutkijoiden käyttöön. Voidaan myös saattaa digitaaliseen muotoon jo olemassa olevia aineistoja. Aineistojen käsittely vaatii runsaasti käsitteilyä, jotta niitä päästään hyödyntämään Internetin välityksellä. Nykyisellään opiskelijat käsittelevät tutkimushankkeissa aineistoja, mutta tähän olisi mahdollista ja tarpeellista kouluttaa myös vartavastaisia aineistoammattilaisia.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksessa tarvittavat aineistot ovat sellaisia, että niitä voidaan hyödyntää myös muualla kuin varsinaisessa tutkimuksessa. Museoviraston, Kansalliskirjaston ja Kotimaisten kielten tutkimuskeskuksen aineistot ja tietokannat ovat laajalti muidenkin kuin tutkijoiden käytössä.

Tilastokeskuksen aineistot ovat hyödyllisiä monilla tutkimusaloilla, mutta aineistojen hankkiminen tutkimuskäyttöön on kallista, sillä Tilastokeskus myy aineistoja valtion maksuperustelain mukaan.

Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto kokoaa ja säilyttää aineistoja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla. Sen sijaan useimmilla humanistisilla tutkimusaloilla ei ole olemassa systemaattista aineistojen säilytystä. Tutkijoiden vastuuta aineistoista ja tietoisuutta aineistojen kehittämiseen liittyvistä kysymyksistä tarvitaan lisää kaikilla aloilla. Rekisteritutkimuksen kehittämistä varten on perustettu monen laitoksen yhteinen tukikeskus (ReTki).

Aineistojen kehittäminen ja hyödynnettävyys tekevät Suomesta kiinnostavan tutkimuskohteen myös ulkomailla. Esimerkiksi Suomen osallistuminen European Social Surveyhin tarjoaa Suomea koskevaa tutkimus- ja vertailuaineistoa laajalti.

Kieliteknologian kehityksen ansiosta on syntynyt helppokäyttöisiä työkaluja, haku- ja poimintaohjelmia, joilla voidaan käsitellä suuria aineistoja. Aineistojen tallentaminen ja hyödyntäminen vaatii sekä kieliteknologian perustutkimusta että sovellusten kehittämistä. Tarvitaan myös oma ammattikuntansa, joka osaa sekä kehittää että soveltaa menetelmiä. Suurten aineistojen käsittelyssä tarvitaan laskentamenetelmiä. Monet mallintamisen menetelmät ovat suosittuja; hyviä esimerkkejä ovat esimerkiksi historian tai arkeologian alalla tehdyt keskiaikaisten kylien tietokonesimulaatiot. E-tiede on merkittävä kehityskohde useilla aloilla.

Laboratorioita tarvitaan muun muassa musiikkitieteen, psykologian ja arkeologian alalla. Psykologian alalla on joitakin keskittymiä ja yhteiskäyttöisiä laboratorioita; arkeologien tarvitsemia laboratorioita ei Suomessa ole.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla on viime vuosina kehitetty tutkimusmenetelmiä, ja menetelmien hallinta on parantunut systemaattisen tutkijankoulutuksen myötä. Tutkimuksessa käytetään sekä laadullisia että määrällisiä aineistoja, ja useilla tieteenaloilla voidaan hyödyntää samoja aineistoja eri tutkimuskysymysten ratkomiseen. Van-

hat aineistot ovat saaneet uusia merkityksiä menetelmien ja tutkimuskysymysten kehittyessä. Esimerkiksi filologinen tutkimus ja kriittisten editioiden laadinta hyödyntää kieliteknologian sovelluksia, samoin valtio-opin tutkijat voivat palata uusin kysymyksiin vanhojen parlamenttiaineistojen pariin.

# 5 TOIMIKUNNAN KEHITTÄMISEHDOTUKSET: ”PERUSTUTKIMUS, MONIARVOISUUS, YHTEISTYÖ”

Analysoidessaan edustamiensa alojen kehitystä ja haasteita kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta on kiinnittänyt huomiota seuraaviin havaintoihin: tutkijankoulutus on kaikilla aloilla ammattimaistunut, ja sen laatu parantunut, sekä tieteidenvälisyys ja monitieteisyys on selvästi lisääntynyt. Eri alojen tutkimusmetodien kehitys on ollut merkittävää, ja tämä puolestaan avaa aivan uusia tutkimusnäkökulmia ja parantaa tutkimuksen laatua. Paradoksaalisesti kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen monimuotoisuus ja aiekirjo kertovat sekä pirstaleisuudesta että uudistuvuudesta.

Valtakunnalliset tutkijakoulut ovat edistäneet alan yhteistyötä niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Liikkuvuutta ja verkottumista on syytä kuitenkin edelleen lisätä sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla. Suomeen pitäisi saada enemmän tutkijavierailuja, ja toisaalta suomalaiset voisivat osallistua enemmän kansainvälisiin konferensseihin.

Tutkijanuran ongelmakohta on siirtynyt väitöksen jälkeiseen aikaan. Tavoitteena tulisikin olla liikkuvuuden lisääminen niin yhteiskunnan eri sektoreiden välillä kuin muutenkin. Tohtorintutkimuksen suorittaneiden asiantuntijuus ja tutkimusosaaminen olisi saatava laajasti yhteiskuntaan käyttöön. Liikkuvuus yliopistojen ja muun työelämän välillä on vielä liian vähäistä, vaikka sillä voisi olla suuri merkitys uusien työpaikkojen synnyn ja tiedon liikkumisen kannalta.

Laitokset ja yksiköt kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla ovat usein liian pieniä ja niitä leimaa sisäinen hajanaisuus ja oppiaineiden kirjo. Toisaalta esimerkiksi tutkijoiden ja apu työvoiman puute on ilmeinen. Tutkijoilla on vain harvoin mahdollisuus keskittyä päätoimisesti tutkimukseen. Hallintotehtävät kuormittavat jatkuvasti liikaa.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen julkaisukäytänteissä on tapahtunut muutoksia hyvään suuntaan. Esimerkiksi yhteiskuntatieteissä yhteisjulkaiseminen on yleistynyt. Toisaalta monografiolla on humanistisissa tieteissä edelleen vahva sija ja tämä tulee jatkossakin taata.

## Perustutkimuksen merkitys

Korkeatasoisella koulutuksella ja perustutkimuksella on olennainen asema tutkimusjärjestelmämme tulevaisuuden rakentamisessa. Suomalaisen perustutkimuksen merkittävimpänä toimijana Suomen Akatemia on kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen keskeisin rahoittaja. Toimikunta pitää tärkeänä, että kilpailtu tutkimusrahoitus on riittävää. Rahoituksen kohdentumisen on perustuttava pitkäjänteisen tiedepolitiikan tavoitteisiin ja kansallisiin linjauksiin. Perustutkimuksen osalta yliopistot ovat selvästi aliresursoituja, ja niiden rahoitusta on vahvistettava. Tämän rahoitusvision voi toteuttaa onnistuneesti vain tiedeyhteisön ja päätöksentekijöiden vuorovaikutuksella ja yhteistyöllä.

## Tutkimuksen infrastruktuuri

Infrastruktuurien keskeisimpiä kehittämistavoitteita on aineistojen digitoiminen ja systemaattinen tallennus, jolloin ne voivat palvella suuria tutkijakuntia. Aineistojen käyttäminen käy myös halvemmaksi, jos tutkijat voivat käyttää niitä tietoverkkojen välityksellä sen sijaan, että he joutuisivat matkustamaan paikkakunnalta toiselle ja etsimään manuaalisesti tietoja.

*Monissa muistiorganisaatioissa on meneillään digitoitihankkeita ja niitä tulisi entisestään tehostaa. Lisäksi tulee huolehtia uuden aineiston kartuttamisesta sekä hajallaan olevien aineistojen saattamisesta systemaattiseen muotoon.* Muistiorganisaatioista useat mainitaan kansallisella tutkimuksen infrastruktuuritiekartalla. Tiekartta tarjoaa kehittämismahdollisuudet, joihin on kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan mielestä syytä tarttua. Lisäksi on laadittava myös e-infrastruktuurin tulevaisuuden strategia.

*Yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston kaltaisia laaja-alaisia yhteistallennuspaikkoja on kehitettävä lisää.*

Suomen infrastruktuurihankkeista muutamat liittyvät eurooppalaiseen ESFRI-tiekarttaan. Kieli-tekniikan ja kieliaineistojen alalla Suomella on mahdollisuus ottaa vastuullinen rooli CLARIN-hankkeessa.

*Tutkimuskirjastojen aineistojen karttumisesta ja palveluista on huolehdittava.*

## Yhteistyön vahvistaminen

Kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön merkitys on kaikilla tasoilla entistä tärkeämpää. Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta korostaa erityysoisesta liikkuvuuden edistämistä niin kansallisesti, kansainvälisesti kuin eri yhteiskunnan sektoreiden välillä. On tehtävä vielä pitkäjänteisiä kehittämistoimia, jotta tutkimustieto leviää ja tutkijat sijoittuvat monipuolisiin tehtäviin yhteiskunnassa.

Tutkijanuran ennakoitavuus ja epävarmuuden minimoiminen vaativat kansallisten toimijoiden yhteistyön vahvistamista. Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta pitää hyvänä toimenpiteenä Suomen yliopistojen rehtoreiden neuvoston ja Suomen Akatemian yhteistyön tiivistämistä. Yhteinen tulevaisuuden kysymys on, miten tutkijanura saadaan houkuttelevaksi ja kiinnostamaan nuoria. Eri toimijoilla on yhteinen käsitys siitä, että tutkijanura rakentuu neljästä portaasta, joilla vaatimukset lisääntyvät porras portaalta: väitöstä edeltävä tutkijankoulutus (tohtorikoulutettava), väitöksen jälkeinen pätevytyminen (tutkijatohtori), akademia-tutkija/yliopistotutkija, ja neljännellä portaalla professori. Portaikko kuvaa vain ammattimaista tutkijanuraa. Erityisesti kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alueella jatko-opintoja tehdään mittavasti tutkijakoulujen ulkopuolella. Toimikunta pitää tärkeänä, että myös muita tutkijankoulutusväyliä kehitetään ja tuetaan.

*Yhteistyön vahvistaminen ja verkottuminen tuovat lisäarvoa niin yksittäisille tutkijoille kuin tutkijaryhmillekin. Myös tutkimuslaitosten kanssa tehtävää yhteistyötä on edelleen vahvistettava.*

## Tutkimusrahoituksen profilointi

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta painottaa, että kiristyvästä kilpailusta huolimatta on annettava tilaa uusille avauksille. Juuri ne vahvistavat tieteen uusiutumista ja tieteenalojen kehittymistä. Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan järjestämissä tutkijatyöpajoissa nousi kiintoisalla tavalla esille eri alojen uusimmat tutkimusteemat. Esimerkiksi monilla tieteenaloilla tutkimuksen huomio on kiinnittynyt emootioihin ja arjen käytänteisiin, jotka monipuolistavat käsitystämme ihmisestä. Toisaalta vanhoja aineistoja tutkitaan uudesta näkökulmasta ja uusin menetelmin sekä yhteistyössä eri tieteenalojen edustajien kanssa.

Uudella painolla mukaan ovat tulleet myös globaalit näkökulmat ja tutkimuksen eettiset ulottuvuudet. *Nämä näkökulmat on vietävä läpäisevästi kansalliseen tiedepolitiikkaan.*

Finnsight 2015 -raportti nosti tulevaisuuden haasteeksi suuria teemoja, kuten monikulttuurisuuden, liiketoiminnan kehittämisen tai viestinnän muutokset. *Kaikkiin näihin tarvitaan monitieteistä tutkimusta*; sitä tosin on jo nähtävissä eri tieteenaloilla, mutta ei vielä systemaattisesti organisoituna.

Tutkimusrahoituksen profiloinnilla voidaan kehittää tutkimuksen laatua. Huippuyksiköillä onkin selvästi havaittava positiivinen vaikutus tutkimusympäristöönsä. *Tutkimusrahoituksen profiloinnissa kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnalla on tärkeä rooli, koska Akatemia on humanistis-yhteiskuntatieteellisten alojen ulkopuolisista rahoittajista edelleen keskeisin.*

## Suomen Akatemian ja yliopistojen rooli

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta katsoo kumppanuuden merkityksen korostuvan entisestään nykyisessä tutkimusjärjestelmän voimakkaassa muutostilanteessa. Sivistysyliopiston perinteisen roolin vaaliminen on paljon muuta kuin myötävai-kuttaa innovaatioketjujen syntymiseen. Toimikunta haluaa korostaa ja varjella Suomen Akatemian ja tutkijayhteisöjen riippumattomuutta. Vain se voi tuottaa uutta tietoa ja ymmärrystä, jota ei muutoin olisi.

# LIITE I. KULTTUURIN JA YHTEISKUNNAN TUTKIMUKSEN TOIMIKUNNAN JÄRJESTÄMIEN SIGHT 2009 -TYÖPAJOJEN OSALLISTUJAT

## **I Työpaja: filosofia, kasvatustiede, kielitieteet, psykologia, teologia**

Professori, tutkijakoulun johtaja Leila Haaparanta, Tampereen yliopisto  
Akatemiatutkija Jussi Haukioja, Turun yliopisto  
Akatemiatutkija Mikko Ketola, Helsingin yliopisto  
Professori, Cicero Learning -verkoston johtaja Kristiina Kumpulainen,  
Helsingin yliopisto  
Akatemiatutkija Janne Lepola, Turun yliopisto  
Professori, huippuyksikön johtaja Terttu Nevalainen, Helsingin yliopisto  
Professori, huippuyksikön johtaja Jari-Erik Nurmi, Jyväskylän yliopisto  
Professori, huippuyksikön johtaja Risto Näätänen, Helsingin yliopisto  
Akatemiatutkija Martina Reuter, Helsingin yliopisto  
Tutkija, huippuyksikön varajohtaja Erja Salmenkivi, Helsingin yliopisto  
Akatemiatutkija Martti Vainio, Helsingin yliopisto

## **II Työpaja: oikeustiede, sosiaalitieteet, taloustieteet, valtio-oppi ja hallintotiede**

Akatemiatutkija Mika Aaltola, Tampereen yliopisto  
Akatemiaprofessori Pertti Alasuutari, Tampereen yliopisto  
Akatemiatutkija Ritva Engeström, Helsingin yliopisto  
Professori, tutkijakoulun johtaja Yrjö Haila, Tampereen yliopisto  
Professori Maj-Britt Hedvall, Svenska handelshögskolan  
Professori, tutkijakoulun johtaja Kimmo Jokinen, Jyväskylän yliopisto  
Professori, tutkijakoulun johtaja Juhani Koponen, Helsingin yliopisto  
Akatemiaprofessori Kevät Nousiainen, Helsingin yliopisto  
Professori, tutkijakoulun johtaja Kimmo Nuotio, Helsingin yliopisto  
Professori, huippuyksikön johtaja Hannu Nurmi, Turun yliopisto  
Professori, tutkijakoulun johtaja Heikki Paloheimo, Tampereen yliopisto  
Akatemiaprofessori, huippuyksikön johtaja Kari Palonen, Jyväskylän yliopisto  
Akatemiatutkija Mika Pantzar, Kuluttajatutkimuskeskus  
Professori, tutkijakoulun johtaja Kirsi Saarikangas, Helsingin yliopisto  
Akatemiatutkija Mirja Satka, Jyväskylän yliopisto  
Akatemiatutkija Maija Setälä, Turun yliopisto  
Professori, tutkijakoulun johtaja Otto Toivanen, Helsingin yliopisto  
Vanhempi tutkija Reetta Toivanen, Helsingin yliopisto  
Akatemiatutkija Heli Valtonen, Jyväskylän yliopisto



### III Työpaja: Historia, kulttuurien tutkimus, taiteiden tutkimus, viestintätiede

Dosentti Sari Autio-Sarasmo, Helsingin yliopisto

Tutkijatohtori Petri Halinen, Helsingin yliopisto

Professori, tutkijakoulun johtaja Pekka Isotalus, Tampereen yliopisto

Akatemiatutkija Maijastina Kahlos, Helsingin yliopisto

Professori, tutkijakoulun johtaja Turkka Keinonen, Taideteollinen korkeakoulu

Professori Ullamaija Kivikuru, Helsingin yliopisto

Professori Pirjo Lyytikäinen, Helsingin yliopisto

Professori Pirjo Markkola, Åbo Akademi

Professori Kaarle Nordenstreng, Tampereen yliopisto

Akatemiatutkija Ilkka Pyysiäinen, Helsingin yliopisto

Akatemiatutkija Maili Pörhölä, Jyväskylän yliopisto

Professori, tutkijakoulun johtaja Jussi-Pekka Taavitsainen, Turun yliopisto

Akatemiatutkija Sirpa Tenhunen, Helsingin yliopisto

Professori Pauline von Bonsdorff, Jyväskylän yliopisto

## LIITE 2. KULTTUURIN JA YHTEISKUNNAN TUTKIMUKSEN TOIMIKUNNAN SIGHT 2009 -TYÖSKENTELEYYN 2008-2009 OSALLISTUNEET

### **Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta**

Professori Eila Helander, Helsingin yliopisto, puheenjohtaja  
Professori Pertti Haapala, Tampereen yliopisto  
Tutkimusjohtaja, dosentti Päivi Hovi-Wasastjerna, Taideteollinen korkeakoulu  
Professori Anne Kovalainen, Turun kauppakorkeakoulu  
Professori Pauli Niemelä, Kuopion yliopisto  
Professori Jaakko Pehkonen, Jyväskylän yliopisto  
Professori Lea Rojola, Turun yliopisto  
Professori Pekka Ruohotie, Tampereen yliopisto  
Professori Katariina Salmela-Aro, Jyväskylän yliopisto  
Professori Marja Tuominen, Lapin yliopisto  
Professori Jan-Ola Östman, Helsingin yliopisto

### **Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen yksikkö**

Johtava tiedeasiantuntija Hannele Kurki  
Tiedeasiantuntija Tiina Forsman  
Yksikön johtaja Pirjo Hiidenmaa  
Projektisihteeri Sanna Hytönen  
Johtava tiedeasiantuntija Raija Matikainen  
Projektisihteeri Vera Raivola  
Korkeakouluharjoittelija Paul Tiensuu  
Tiedeasiantuntija Risto Vilkkö

### **Pyydetty tieteenalakatsaukset**

Professori Leila Haaparanta, Tampereen yliopisto  
Akatemiaprofessori Kevät Nousiainen, Helsingin yliopisto  
Professori Hannu Nurmi, Turun yliopisto  
Professori Jussi-Pekka Taavitsainen, Turun yliopisto

## LIITE 3. LÄHTEET JA KIRJALLISUUS

- Ahonen, P-P, Hjelt M., Kaukonen E. & Vuolanto P. (toim.) 2009. Internationalisation of Finnish scientific research. Publications of the Academy of Finland 7/2009.
- Auranen O., Himanen L., Kaukonen E., Nieminen M., Pasanen H-M., Vuolanto P., Ylijoki O-H. 2008. Tilastoraportti. Yliopistojen tutkimusedellytykset -hanke 2008. Tieteen-, teknologian ja innovaatiotutkimuksen yksikkö (TaSTI), Tampereen yliopisto.
- Evaluation of the Research Activities at Kuopio University, Kuopio, Finland, During the Years 2000-2006. Riikka Pellinen, Anu Liikanen and Pentti Kalliokoski (eds.). Kuopion yliopiston julkaisuja F. Yliopistotiedot 46. Kuopio, Finland, 2008.
- FinnSight 2015. Paneelin raportit. Tieteen, teknologian ja yhteiskunnan näkymät. Suomen Akatemia, Tekes 2006.
- FinnSight 2015. Tiivistelmä. Tieteen, teknologian ja yhteiskunnan näkymät. Suomen Akatemia, Tekes 2006.
- Haila, K & Holm, R & Niemelä, R (eds.) 2006. Research Assessment Exercise 2005. Evaluation Reports. University of Helsinki. Administrative Publications 18/2006 Evaluations.
- Haila, K & Makarow, M. 2006. Research Assessment Exercise 2005. Summary Report  
University of Helsinki, University of Helsinki Administrative Publications 17/2006 Evaluations.
- Herkman, Juha, Vähämaa, Miika. Viestintätutkimuksen nykytila Suomessa. Viestinnän tutkimuskeskus CRC, Helsingin yliopisto. Viestinnän laitoksen tutkimusraportteja 1/2007.
- Historia eilen ja tänään. Historiantutkimuksen ja arkeologian suunnat Suomessa 1908-2008. Suomen Tiedeseura 2009.
- Jaako, J. (ed.) 2008. Research Assessment Exercise 2007. Panel Reports. Research Evaluation of the University of Oulu.
- Jaako, J. & Ruskoaho, H. 2008. Research Assessment Exercise 2007. Summary Report. Research Evaluation of the University of Oulu.
- Kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurit: Nykytila ja tiekartta. Opetusministeriön julkaisuja 2009:1. Helsinki 2009.
- Kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurit: Nykytila ja tiekartta. Tiivistelmä ja suositukset. Opetusministeriön julkaisuja 2009:3. Helsinki 2009.
- Kota-tietokanta. Opetusministeriö. <https://kotaplus.csc.fi:7777/online/Etusivu.do>
- Lehvo, A., Nuutinen A. 2006. Finnish Science in International Comparison. A Bibliometric Analysis. Publications of the Academy of Finland 15/06.
- Puuska, H-M., Miettinen M. 2008. Julkaisukäytännöt eri tieteenoaloilla. Opetusministeriön julkaisuja 2008: 33.
- Research in Art and Design in Finnish Universities. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 4/09.
- Research in Business Disciplines in Finland. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 2/05.
- Sahländer, T & Soini, T. 2005. Research Evaluation of the University of Tampere 2004. Final report. University of Tampere today and tomorrow. Internal development proposals, memos and reports 69.
- Sivistystä ei voi tuoda. Tutkijapuheenvuoroja kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen vaikuttavuudesta. 2006. Suomen Akatemian julkaisuja 5/06.
- Study on the economic impact of the Research Councils. 2007. PA Consulting Group/SQW Consulting commissioned by Research Councils UK (RCUK).
- Suomen tieteen historia 2. Tommila, Päiviö & Tiitta, Allan. WSOY 2000.
- Suomen tieteen tila ja taso. Katsaus tutkimukseen ja sen toimintaympäristöön Suomessa 1990-luvun lopulla. 2000. Suomen Akatemian julkaisuja 6/00.
- Suomen tieteen tila ja taso. Katsaus tutkimustoimintaan ja tutkimuksen vaikutuksiin 2000-luvun alussa. 2003. Suomen Akatemian julkaisuja 9/03.
- University of Jyväskylä. Evaluation of research activities 2000-2004. 2005. Research Evaluation Report.
- University of Tampere. 2005. Research Evaluation of the University of Tampere 2004. Panel reports University of Tampere today and tomorrow. Internal development proposals, memos and reports 68.

# 3 LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN TUTKIMUS

## Sisältö

<b>1 Toimintaympäristö</b> .....	163
Rakenteiden muutokset .....	163
Perustutkimuksen asema innovaatiojärjestelmässä .....	164
Tutkimuksen infrastruktuurit .....	165
<b>2 Tutkijankoulutus ja tutkijanura</b> .....	167
Neliportainen tutkijanuramalli .....	167
Tohtorikoulutus .....	168
Ammattimaisen tutkijanuran haasteet .....	169
<b>3 Vaikuttavuus</b> .....	170
Tieteellinen vaikuttavuus .....	170
Verkottuminen ja liikkuvuus .....	171
Vaikuttavuus yhteiskunnassa .....	173
<b>4 Tutkimusalat</b> .....	175
Avaruus- ja tähtitiede .....	175
Fysiikka .....	176
Geotieteet .....	177
Kemia .....	178
Matematiikka ja tilastotiede .....	180
Materiaalitiede ja -teknologia .....	181
Energia- ja ympäristötekniikka .....	182
Kone- ja valmistustekniikka .....	183
Prosessitekniikka .....	184
Puunjalostustekniikka .....	185
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka sekä arkkitehtuuri .....	186
Sähkötekniikka ja elektroniikka .....	188
Tietojenkäsittelytieteet .....	189
Tuotantotalous ja teollinen muotoilu .....	190
<b>5 Toimenpide-ehdotukset</b> .....	192
<b>Lähteet</b> .....	193
<b>Liitteet</b>	
1. Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan järjestämien työpajojen osallistujat .....	194
2. Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta vuosina 2007–2009 .....	196
3. Luonnontieteiden ja tekniikan alojen julkaisu- ja viittausmäärien kehitys .....	197

# I TOIMINTAYMPÄRISTÖ

## Rakenteiden muutokset

Suomessa on käynnissä merkittävä yliopistojen ja korkeakoulujen rakenteellinen uudistaminen. Uusi yliopistolaki avaa mahdollisuuksia yliopistojen rahoituspohjan laajentamiseen ja strategisen johtamisen kehittämiseen. Samanaikaisesti käynnissä olevalla tutkimuslaitosten rakenteellisella uudistamisella pyritään lisäämään sektoritutkimuksen vaikuttavuutta ja yhteistyötä yliopistojen kanssa sekä samalla tehostamaan toimintoja. Yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhdistämisillä ja liittoumilla pyritään edistämään vahvojen kansallisten osaamiskeskittymien ja verkostojen syntymistä. (Valtioneuvoston kanslia, 2005)

Luonnontieteiden ja tekniikan aloilla laadukkaat ja kilpailukykyiset tutkimusympäristöt ovat usein sellaisia, joissa tehdään sekä kansainvälisesti korkeatasoista tiedettä että käytännönläheisempää ongelmalähtöistä tutkimusta (Hjelt ym. 2009; Suomen Akatemia, 2006a). Tutkimuskentän rakenteellinen uudistaminen on toteutettava siten, että olemassa olevien toimivien tutkimusympäristöjen edellytykset monipuoliseen tutkimustoimintaan niin yliopisto- kuin tutkimuslaitossektorilla säilyvät ja niitä vahvistetaan.

Uuden yliopistolain myötä yliopistot voivat aiempaa vapaammin hankkia rahoitusta ulkopuolisista lähteistä. Pitkäjänteisen korkeatasoisen tieteellisen tutkimuksen tekeminen kuitenkin vaikeutuu, jos resursseja ei ole riittävästi tiedeyhteisön sisältä syntyvien kysymysten tutkimiseen. Erityisen haasteellista tämä on tekniikan aloilla. Mikäli tutkijaresurssit on pääsääntöisesti sidottu lyhytjänteisiin projektiluonteisiin hankkeisiin, perustutkimus näivettyy ja sitä kautta osaamisen uusiutuminen kärsii. Tällainen kehityskulku on jo nähtävissä Suomessa muun muassa kone- ja energiatekniikan aloilla (Suomen Akatemia, 2008; Suomen Akatemia, 2006b). Yliopistotutkimuksen päätavoitteena tulee jatkossa aiempaa selkeämmin olla kansainvälisesti korkeatasoinen tutkimus. Yliopistojen perusrahoituksen tulee kattaa opetus ja osa tutkimuksesta. Ulkopuolisen

rahoituksen tulee tukea päätavoitetta, eikä lähteä määrittelemään tieteellisen työn sisältöä.

Yliopistojen profiloituminen ja keskittyminen vahvuusalueilleen on osa rakenteellista uudistumista. Valtioneuvoston linjausten mukaan tekniikan alan yliopistojen profiileja kehitetään niin, että alan suurimmat yliopistoyksiköt panostavat tutkimustoimintaan ja painoalojen vahvistamiseen (Opetusministeriö, 2008a). Tieteellisen kilpailukyvyyn tulee näkyä vahvuusalueiden valinnassa. Joillakin kansantalouden kannalta keskeisillä tekniikan aloilla tämä on ongelmallista, koska tieteellisen tutkimuksen taso ei ole kansainvälisessä vertailussa kilpailukykyistä (Suomen Akatemia, 2008; Suomen Akatemia, 2006b; Suomen Akatemia, 2004a). Omat haasteensa yliopistojen profiloitumiselle ja vahvuusalueiden valinnalle asettaa tulevien tarpeiden ennakkoinnin vaikeus. Vaikka yliopistojen tutkimusprofiilit tulevat osin eroamaan toisistaan, on kansallisen kilpailun ylläpitäminen tärkeää kotimaisen tutkimuksen tason kannalta.

Monissa maissa yliopisto- ja tutkimuslaitosjärjestelmän rakenneuudistus on toteutettu jo Suomea aiemmin. Tällä hetkellä kansainvälisellä tasolla on nähtävissä kehitys, jossa yliopistot, tutkimuslaitokset ja uutta tietoa soveltavat yritykset keskittyvät samoihin paikkoihin muodostaen kansainvälisesti houkuttelevia osaamiskeskittymiä. Luonnontieteiden ja tekniikan aloilla tällaisia keskittymiä muodostuu usein alueille, joissa on tieteellistä läpimurto-tutkimusta tukevaa tutkimusinfrastruktuuria. Tällaisia vetovoimaisia keskittymiä on syntynyt esimerkiksi Ranskan Grenobleen Euroopan synkrotronisäteilylaitte ESFR:n ja neutronilaboratorio ILL:n ympärille sekä korkeateknologian tutkimuksen ja liiketoiminnan kehtoon Piilaaksoon Kaliforniassa. Kansallisella tasolla samantyyppinen osaamiskeskittymä on muodostunut Otaniemen kampusalueen ympäristöön. Tutkimustulosten tehokas hyödyntäminen toteutuu parhaiten tutkimusympäristöissä, joissa eri toimijat ja useiden alojen asiantuntijat sijaitsevat fyysisesti lähekkäin, eikä toiminta rakennu vain virtuaaliverkkojen varaan.

## Perustutkimuksen asema innovaatiojärjestelmässä

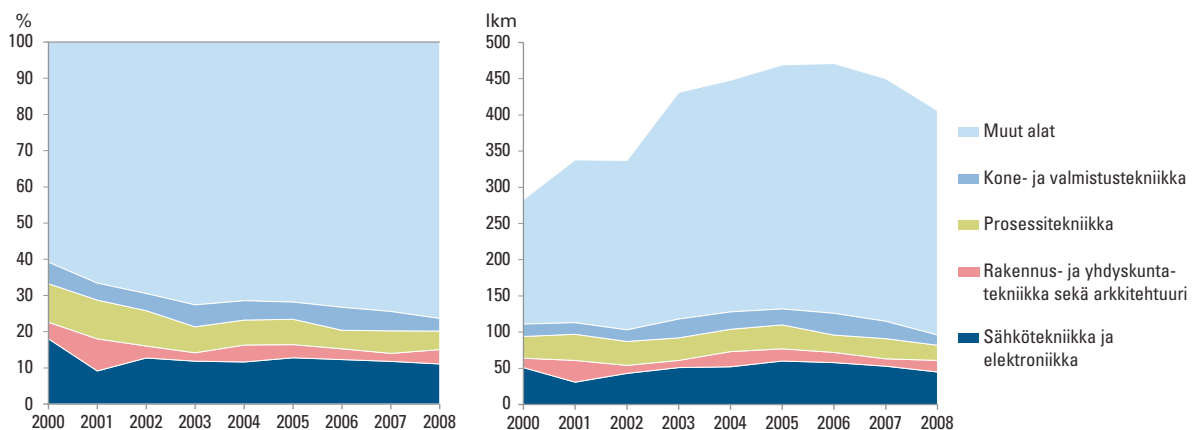
Sovelluslähtöinen tutkimus on ollut viimeaikaisten suomalaista tutkimusrahoitusjärjestelmää koskevien linjausten keskiössä. Tiede- ja teknologianeuvoston (1.1.2009 alkaen tutkimus- ja innovaationeuvosto) päätöksellä kesäkuussa 2006 käynnistettiin niin kutsuttujen strategisen huipputaustan keskittymien (SHOK) valmistelut. SHOK-konseptissa tavoitteena on kohdentaa tutkimusresursseja elinkeinoelämän ja yhteiskunnan kannalta merkittävälle aihealuelle selvästi aiempaa suuremmissa mittakaavoissa (Tiede- ja teknologianeuvosto, 2006a). Käyttäjälähtöistä, nopeaan hyödynnettävyyteen tähtäävää tutkimusta painottavat myös työ- ja elinkeinoministeriön johdolla valmisteltu kansallinen innovaatiostrategia (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2008) ja valtioneuvoston innovaatiopoliittinen selonteko eduskunnalle (Valtioneuvosto, 2008). Soveltavaan tutkimukseen kohdistuva strateginen painotus nousi yhdeksi tieteen keskeisimmistä uhista luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan keväällä 2008 järjestämässä tieteenalakohtaisissa työpajoissa (ks. liite 1). Tutkimusrahoitusjärjestelmää kehitettäessä tulee vahvistaa myös pitkäjänteiseen perustutkimukseen osoitettuja resursseja.

Suomalainen tekniikan alojen tutkimus keskittyy vahvasti yrityslähtöiseen tutkimukseen (Suomen

Akatemia, 2008; Suomen Akatemia, 2007b; Suomen Akatemia, 2006b). Erityisesti taloudellisen noususuhdanteen aikana teollisuus teettää tutkimusta yliopistoilla, mikä näkyy Suomen Akatemiaan saapuvien tekniikan alojen hakemusten alhaisina lukumäärinä vapaassa hankehaussa (kuva 1). Suomalaisissa yliopistoissa soveltavan tutkimuksen osuus tekniikan alasta riippuen on viime vuosina pysytellyt noin 60–80 prosentissa (kuva 2). Tiivistä vuorovaikutusta yliopistotutkijoiden ja elinkeinoelämän välillä on pidetty pääsääntöisesti myönteisenä asiana.

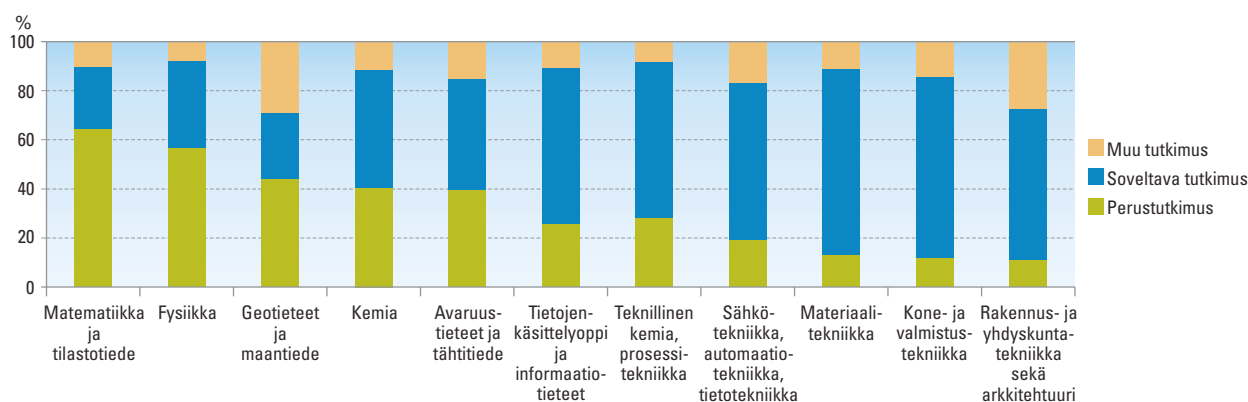
Niin sanotuilla kovan tekniikan aloilla soveltavan tutkimuksen korostuminen näkyy perustutkimuksen heikentyneessä asemassa. Yritysten tarpeista lähtevä tutkimus vähentää kiinnostusta alojen tieteelliseen kehittämiseen ja uusiin aluevaltauksiin. Tämä näkyy muun muassa alhaisina julkaisumäärinä alojen tieteellisissä lehdissä. Konetekniikan tutkimusta arvioinut kansainvälinen asiantuntijaneeli ennusti, että haasteellisen tieteellisen tutkimuksen puute heijastuu teollisuuden kilpailukykyyn tulevaisuudessa (Suomen Akatemia, 2008). Tutkimuksen painopistettä tulee nopeasti siirtää yritys­lähtöisestä ongelmanratkaisusta perustavanlaatuisen tieteelliseen tutkimukseen.

Kestävä innovointi -raportin (Hautamäki, 2008) mukaan uusi merkittävä tieto syntyy panostamalla korkealuokkaiseen perustutkimukseen, jota tehdään pääsääntöisesti yliopistoissa ja julkisissa tutkimus-



**Kuva 1.** Tekniikan alan hakemusten suhteellinen osuus ja kokonaismäärä kaikista luonnontieteiden ja tekniikan alan hakemuksista Suomen Akatemian yleisessä tutkimusmäärärahoissa (ns. vapaa hankerahoitus) vuosina 2000–2008.

Lähde: Suomen Akatemia, yleisten määrärahojen hakemukset 2000–2008.



**Kuva 2.** Ulkopuolisen rahoituksen jakautuminen perustutkimuksen\*, soveltavan tutkimuksen ja muun tutkimuksen kesken yliopistoissa luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen aloilla vuonna 2007. Lähde: Tilastokeskus.

\* Perustutkimukseen on laskettu Suomen Akatemian rahoitus sekä opetusministeriön tutkijakoulujen rahoitus, soveltavaan tutkimukseen Tekesin rahoitus, suora yritysrahoitus sekä EU-rahoitus ja muuhun rahoitukseen muut rahoituslähteet.

laitoksissa. Innovaatiot taas syntyvät yrityksissä niiden kehittäessä uusia tuotteita ja palveluita kilpailuilla globaaleilla markkinoilla. Tieteellisen tutkimuksen primääritehtävä ei ole innovaatioiden vaan uuden tiedon tuottaminen. Tieteen lähtökohdista tehtävä korkeatasoinen tutkimus luo mahdollisuuksia merkittäviin läpimurtoihin sekä tieteen että talouden saralla. Koska on mahdotonta ennakoita, millä aloilla tai minkä alojen osaamisen yhteisvaikutuksella seuraavat suuret läpimurrot syntyvät, on välttämätöntä ylläpitää korkeatasoista osaamis pohjaa laajalla alakirjolla.

### Tutkimuksen infrastruktuurit

Luonnontieteiden ja tekniikan toimikunnan edustamalla tieteenaloilla tutkimuksen infrastruktuureilla on erittäin keskeinen merkitys. Tutkimuksen infrastruktuureihin liittyvästä päätöksenteosta ja rahoituksesta on aktiivisesti keskusteltu vuodesta 2004, jolloin tiede- ja teknologianeuvosto julkaisi yleisiä näkemyksiä kansallisen käsittelyn periaatteista ja toimintatavoista (Tiede- ja teknologianeuvosto, 2004). Kaksi vuotta myöhemmin neuvosto hahmoteli raportissaan kansallista tutkimuksen infrastruktuuristrategiaa (Tiede- ja teknologianeuvosto, 2006b). Raportissa ehdotettiin, että infrastruktuurien rahoitusmekanismit luodaan, kansalliset infrastruktuurit kartoitetaan ja niiden kehittämistä varten laaditaan tiekartta, Suomen Akatemia ja Tekes

järjestävät säännöllisesti yhteisen infrastruktuurihaun ja että Akatemian yleiskustannusosuutta nostetaan kattamaan infrastruktuurien ylläpitämistä.

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta rahoittaa oman toimialansa tutkimuksen infrastruktuureja vajaan kahden prosentin osuudella koko tutkimusrahoitusvolyymistään. Toimikunnan rahoituksen kohdentaminen jatkossa mahdollisiin uusiin infrastruktuureihin edellyttää Akatemian oman infrastruktuuripolitiikan laatimista. Toimikunta on omalta osaltaan kirjannut alustavia periaatteita tälle poliittikalle, samalla kun se arvioi säännöllisesti rahoittamiensa infrastruktuurien tuloksellisuutta (Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta, 2006). Kansainvälisten infrastruktuureiden osalta toimikunnan keskeinen linjaus on, että osallistuminen tapahtuu alan suomalaisen tutkimuksen tieteellisen laadun perusteella. Huipputaso tutkimuslaitteistoihin voidaan osallistua jopa Suomen nimellisosuutta suuremmalla panoksella, jos se hyödyttää alan korkeatasoista tutkimusta Suomessa. Tieteellisen ja teknologisten hyötyjen maksimoimiseksi Suomen on tärkeää olla aktiivisesti mukana laitekehityksessä ja päätöksenteossa. Infrastruktuuripäätöksissä tulee kiinnittää huomiota myös siihen, ettei Suomea rajata strategisesti tärkeiden tulevaisuuden tutkimusalueiden ulkopuolelle.

Kansallisten infrastruktuurien rahoittamisessa toimikunta on valmis tukemaan valtakunnallisen tason hankkeita, kun taas paikallisten infrastruktuurien rahoitus tulee pääsääntöisesti hoitaa yliopistojen ja

tutkimuslaitosten omissa tulosneuvotteluissa. Kansallisen tason infrastruktuurit ovat tyypillisesti suuria mittalaitteita, arkistoja tai eri pisteiden välille verkotuneita tietokoneita. Laitteet vanhenevat ja niitä on päivitettävä määrävälein, joten kansallisten tutkimuksen infrastruktuurien laadun ylläpitäminen vaatii jatkuvaa määrääjain toistuvaa infrastruktuurihakua. Viimeksi tällainen toteutettiin Akatemiassa vuonna 2004. Haun vaikuttavuutta selvittäneen raportin mukaan haulla on ollut erittäin suuri merkitys tutkimuksen kansainvälisen kilpailukyvyyn ylläpitämisessä (Suomen Akatemia, 2007a). Vastaavia hakuja valmisteltaessa toimikunta haluaa kiinnittää huomiota laitteiden keskittämiseen ja tarkoituksenmukaiseen yhteiskäyttöön. Jatkossa on hyvä ajatella joillain aloilla kansallisen laiterekisterin perustamista.

Suomen tieteen tila ja taso 2009 -hankkeen yhteydessä järjestetyt tieteenalakohtaiset työpajat ovat vahvistaneet kuvaa infrastruktuurien rahoituksen tason kiireellisen nostamisen ja organisoinnin tärkeydestä. Puutteellinen ja vanheneva laitekanta muodostaa selvän uhan menestykselle tutkimustoiminnalle, ja tilanteen heikkeneminen edelleen voi olla hyvin vaikeasti korjattavissa.

Tutkimuksen infrastruktuurien rakentaminen ja

ylläpitäminen vaativat merkittävää panostusta. Valtakunnan tasolla puhutaan noin 60 miljoonan euron vuotuisista käyttökustannuksista tai jäsenmaksuista. Kansalliselle tiekartalle nostettujen infrastruktuurien rakentamiskustannuksiksi arvioidaan noin 230 miljoonaa euroa. On tärkeää, että muodostetaan päätöksentekokoneisto, jolla on mahdollisuus priorisoida ja rahoittaa infrastruktuurihankkeet kilpailuun perustuvien hakujen kautta. Tiedekentän laajan asiantuntemuksensa vuoksi Suomen Akatemian tulee olla mukana tässä päätöksentekojärjestelmässä.

Kansallisen infrastruktuurikartoituksen johtoryhmän loppuraportti esittää infrastruktuuritoimikunnan perustamista (Opetusministeriö, 2009). Toimikunnan tehtäviin kuuluisi strategian laatiminen, kansainvälisen osallistumisen koordinointi, infrastruktuureja koskevien selvitysten laatiminen, lausuntojen antaminen, tiekartan päivitys, rahoituspäätösten valmistelu ja myös joiltain osin rahoituspäätösten tekeminen. Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan mielestä Suomen Akatemia on soveliaa taho tällaisen päätöksentekuelimen sijoittamiseksi, edellyttäen, että rahoituspohja on riittävä laaja. Akatemialla on osaaminen ja asiantuntemus toimia objektiivisena päätöksentekofoorumina.

### **Pohjoismaista infrastruktuuriyhteistyötä: Nordic Data Grid Facility**

Nordic Data Grid -hanke käynnistettiin neljän Pohjoismaan tutkimusrahoittajien yhteistyöelimen NOS-N:n aloitteesta vuonna 2003. Suomen Akatemia vastasi Suomen maksuosuudesta vuoteen 2007 saakka, jonka jälkeen opetusministeriö on rahoittanut hanketta. Suomen osalta hankkeen toimijat ovat Fysiikan tutkimuslaitos HIP sekä Tieteen tietotekniikan keskus CSC.

Hankkeessa luotiin perusta yhteispohjoismaiselle grid-keskukselle, joka toimii pohjoismaisena solmuna Euroopan laajuisessa laskentaverkossa. Laskentaverkon päätavoitteena on CERNissä käynnistyvän LHC-törmäytin tuottaman datan käsittely, mutta grid-keskusten kautta laskentaresursseja voidaan jakaa myös muiden tieteenalojen tutkimukseen.

Hankkeessa on kehitetty laskentaresursseja jakava hajautettu virtuaalikeskus (Nordic Data Grid Facility, NDGF) ja sen toimintaa ohjaava ohjelmisto. NDGF on yksi yhdestätoista niin kutsutusta Tier-1-resursseista eli pääresursseista, joilla LHC:n tieteellinen työ tehdään. Tier-1-keskukset hallinnoivat CERNissä vuosittain kertyvää noin 15 miljoonan gigatavun datamäärää ja käsittelevät vieläkin suurempia raakadatasta johdettuja datamääriä. NDGF:n osuus tästä maailmanlaajuisesta tehtävästä on noin kuusi prosenttia, mikä on ennätyskellisen suuri pohjoismaiselle tieteelliselle yhteisölle annettu vastuu. Muista Tier-1-laskentaresursseista poiketen NDGF on itsessään hajautettu resurssi, joka yhdistää yhdeksän laskentakeskusta neljässä Pohjoismaassa. Innovatiivisten grid-ratkaisujen ansiosta NDGF kykenee tarjoamaan korkeamman käyttö- ja palveluasteen kuin muut Tier-1-resurssit.



## 2 TUTKIJANKOULUTUS JA TUTKIJANURA

### Neliportainen tutkijanuramalli

Tutkimus- ja innovaatiojärjestelmä vaatii toimiakseen huippuosaajia, jotka kykenevät uuden tiedon tuottamiseen ja hyödyntämiseen. Opetusministeriö on käynnistänyt tutkijankoulutuksen ja tutkijanuran kehittämiseksi toimenpideohjelman, jolla pyritään vastaamaan tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän sekä yhteiskunnan tarpeisiin (Opetusministeriö, 2007). Toimenpideohjelmaa tukevassa neliportaisessa tutkijanuramallissa akateeminen ura etenee tohtorikoulutettavasta tutkijatohtoriksi, jota seuraa akatemia- ja yliopistotutkijavaihe ja lopulta professorivaihe (Opetusministeriö, 2008).

Tasapainoinen tutkijajakauma eri uraportaiden välillä on olennaista toimivan tutkimusjärjestelmän kannalta. Suomessa on nykyisin moniin muihin maihin verrattuna runsaasti tohtorikoulutettavia suhteessa tutkijatohtori- ja senioritasoiisiin tutkijoihin. Rahoituksen painopistettä tulee siirtää väitöksen jälkeisen tutkijanuran tukemiseen, sillä huippu-

tutkimusryhmien muodostuminen vaatii erityisesti tutkijatohtoreita ja senioritutkijoita.

Taulukossa 1 on esitetty tutkijakoulujen ja tutkijakoulupaikkojen sekä Suomen Akatemian tutkijatohtorien, akatemia-tutkijoiden, akatemiaprofessorien ja huippuyksiköiden lukumäärä luonnontieteiden ja tekniikan aloilla. Taulukosta nähdään, että luonnontieteisiin verrattuna tekniikan aloilla tohtorikoulutettavia on moninkertainen määrä Akatemian tutkijatohtoreihin ja akatemia-tutkijoihin nähden. Myös tekniikan alojen tieteenala-arvioinneissa kiinnitettiin erityishuomiota kokoneiden tutkijoiden vähäiseen määrään, ja sen todettiin muodostavan keskeisen uhan tekniikan alojen perustutkimuksen tulevaisuudelle ja elinkeinoelämän kilpailukyvyllä (Suomen Akatemia, 2008; Suomen Akatemia, 2006b).

Toimikunta on pitkäjänteisesti pyrkinyt kohdentamaan osan viroista perustutkimuksen vahvistamista kaipaaville tekniikan aloille sekä ICT-aloille. Siitä huolimatta joiltain kansantalouden kannalta olennaisilta tekniikan aloilta akatemia-tutkijat puut-

**Taulukko 1.** Opetusministeriön tutkijakoulujen ja tutkijakoulupaikkojen sekä Suomen Akatemian tutkijatohtorien, akatemia-tutkijoiden, akatemiaprofessorien ja huippuyksiköiden lukumäärä luonnontieteiden ja tekniikan aloilla. Luvut ovat suuntaa-antavia, sillä suuri osa tutkijakouluista ja huippuyksiköistä on monitieteisiä, jolloin ne on luokiteltu vahvimmin vallalla olevan tieteenalan mukaan. Tilanne 1.1.2009. Lähde: Suomen Akatemia.

Tieteenala	Tutkijakoulut	Tutkijakoulu- paikat	Tutkijatohtorit	Akatemia- tutkijat	Akatemia- professorit	Huippuyksiköt
Avaruus- ja tähtitiede	1	8	7	6	0	0
Matematiikka ja tilastotiede	6	42	14	13	3	2
Fysiikka	2	31	24	12	0	2
Materiaalitiede	4	88	13	8	3	1
Kemia	5	50	17	13	2	1
Prosessitekniikka	1	30	8	4	1	1
Geotieteet	2	18	12	4	1	1
Tuotantotalous ja teollinen muotoilu	1	10	3	0	0	0
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka sekä arkkitehtuuri	2	21	2	2	0	0
Sähkötekniikka ja elektroniikka	4	96	13	9	2	2
Tietojenkäsittelytiede	9	152	21	13	1	3
Kone- ja valmistustekniikka	5	47	6	0	1	1
Energia- ja ympäristötekniikka	1	10	4	0	0	0
Puunjalostustekniikka	1	15	2	2	0	1
Yhteensä	44	618	146	86	14	15

tuvat täysin. Tekniikan alojen tutkijajakauma selittyy osaksi sillä, että tekniikan tohtorit sijoittuvat erinomaisesti elinkeinoelämään, jolloin myös Akatemian virkoja haetaan vähemmän. Tekniikan alojen hakemusten osuus kaikista toimikunnalle osoitetuista akatemiattutkijan virkahakemuksista on pysynyt 10 ja 25 prosentin välillä vuosina 1998–2008.

## Tohtorikoulutus

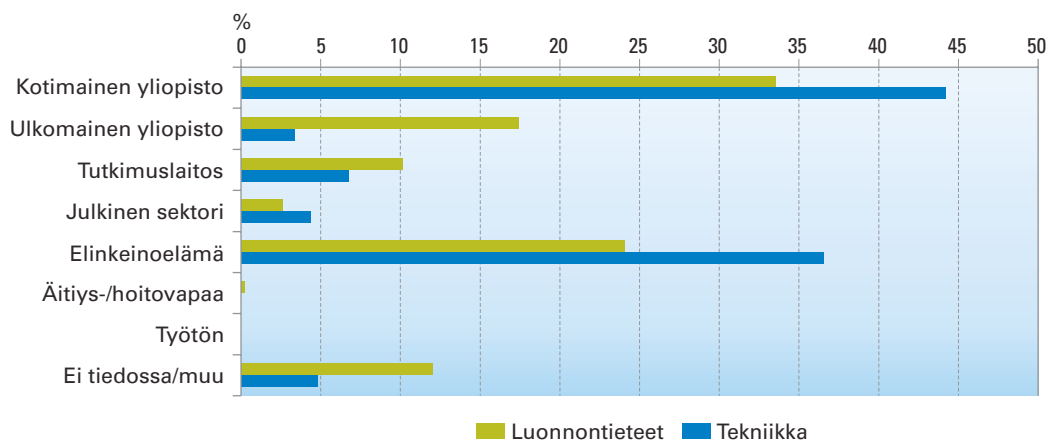
Opetusministeriön tavoitteena on tutkijakoulujen vahvistaminen ammattimaiselle tutkijanuralle tähtäävän tohtorikoulutuksen keskeisenä väylänä (Opetusministeriö, 2007). Tohtorituotannon volyymin yhä kasvaessa on selvää, että valmistuvista tohtoreista valtaosan tulee työllistyä yliopistojen ulkopuolelle. Tämän vuoksi on tärkeää, että tohtoreita koulutetaan aloille, joilla tohtoreille on aitoa kysyntää myös akateemisen maailman ulkopuolella. Tohtorikoulutuksessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että koulutukseen sisältyy elinkeinoelämän kannalta tarpeellisia taitoja. Monipuoliset työelämävalmiudet edesauttavat tohtorien sijoittumista yhteiskunnan eri sektoreille. Myös väitösiän alentamiseen on edelleen pyrittävä, vaikka edistymistä asiassa onkin tapahtunut.

Luonnontieteiden ja tekniikan alojen tohtoreiden tarvetta yhteiskunnassa kuvaa se, että toimialan tutkijakouluissa on opetusministeriön rahoittamien paikkojen lisäksi runsaasti tohtorikoulutettavia

myös muiden toimijoiden, kuten yritysten, rahoituksella. Vuoden 2008 tutkijakouluhaun toimintaraporttien mukaan luonnontieteiden ja tekniikan alojen tutkijakouluissa kolme neljästä päätoimisesta tohtorikoulutettavasta sai rahoituksensa muualta kuin opetusministeriön tutkijakoulupaikoista. Ulkomaisten tohtorikoulutettavien osuus luonnontieteiden ja tekniikan aloilla oli 17 prosenttia, mikä on vain hieman alle opetusministeriön vuodelle 2012 asettamasta 20 prosentin tavoitteesta (Opetusministeriö, 2007).

Vuoden 2008 tutkijakouluhaun toimintaraporttien mukaan luonnontieteiden ja tekniikan alojen tutkijakouluista valmistuneet tohtorit ovat työllistyneet hyvin (kuva 3). Tekniikan alojen tohtoreista yli 35 prosenttia sijoittui elinkeinoelämän palvelukseen heti valmistumisensa jälkeen. Elinkeinoelämään siirtyminen oli erityisen aktiivista prosessi- ja materiaali- tekniikan, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan sekä sähkötekniikan ja elektroniikan tutkijakouluista.

Erityisesti tekniikan alojen perustutkimuksen kannalta on tärkeää, että osa tohtoreista jää yliopistoihin tutkimustehtäviin. Kun väitöksestä oli kulunut alle kolme vuotta, runsas kolmasosa tohtoreista jatkoi tutkimusta kotimaisissa yliopistoissa. Ulkomaisiin yliopistoihin oli siirtynyt lähes joka viides luonnontieteiden alojen tohtori, fysiikassa jopa runsas neljännes väitelleistä. Ulkomailla hankitut uudet tutkimusideat ja -menetelmät laajentavat kotimaista osaamispotentiaalia tutkijoiden palatessa Suomeen.



**Kuva 3.** Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan toimialoilta valmistuneiden tohtorien sijoittuminen vuosina 2006–2007. Lähde: Tutkijakoulujen toimintaraportit vuoden 2008 tutkijakouluhaussa.

## Ammattimaisen tutkijanuran haasteet

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta huolehtii osaltaan siitä, että sen edustamilla aloilla vallitsee tasapaino tutkijakoulupaikkojen, tutkijatohtoriprojektien, varttuneen tutkijan määrärahojen sekä akatemiattutkijan ja akatemiaprofessorin virkojen välillä (taulukko 1). Näin voidaan parhaiten edistää ammattimaista tutkijanuraa ja vahvistaa suomalaista tutkimusjärjestelmää. Toimikunnan näkemyksen mukaan tutkimushankkeissa painopistettä tulee siirtää väitöksenjälkeisen tutkijanuran tukemiseen. Painotuksen muutoksella on erittäin suuri vaikutus, koska Akatemian rahoituksesta 49 prosenttia osoitettiin tutkimushankkeisiin vuonna 2008 (Suomen Akademia, 2009). Tohtorikoulutusvaihetta tulee tukea pääsääntöisesti tutkijakoulujen kautta.

Kartoittaakseen akatemiattutkijavaiheen haasteita luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta toteutti kyselyn, joka osoitettiin vuosina 1999–2003 virkakautensa aloittaneille akatemiattutkijoille (entinen vanhempi tutkija). Akatemiattutkijan virat ovat Suomen Akatemian keskeinen tukimuoto ammattimaisen tutkijanuran edistämiseksi. Virat ovat erittäin kilpailtuja, ja luonnontieteiden ja tekniikan aloilla tyypillisesti vain joka kymmenennelle hakijalle on voitu myöntää virka. Kysely lähetettiin 80 henkilölle, joista 60 vastasi kyselyyn.

Akatemiattutkijan viran tärkeimpinä etuina nähtiin viran suoma mahdollisuus itsenäiseen tutkimukseen keskittymiseen ja oman tutkimusryhmän perustamiseen. Akatemiattutkijan viran saaminen koettiin erittäin hyödylliseksi urakehityksen kannalta ja sen nähtiin huomattavasti edesauttaneen pätevoitymistä vaativimpiin tutkijan tehtäviin. Akatemiattutkijan viralla on suuri merkitys tulevien professorien kouluttautumisessa. Yli puolet kyselyyn vastanneista oli todettu päteviksi professorin virkaan ja vakituiseen professuuriin oli yltänyt jo lähes joka kolmas. Tutkimukselle omistautuminen kasvatti monen kohdalla julkaisuaktiiviteettia ja jatko-opiskelijoiden ohjauksen myötä useimmille kerääntyi arvokasta kokemusta ryhmänjohtajuudesta. Akatemiattutkijan virkaa arvostettiin myös sen vuoksi, että se tarjosi joustavan mahdollisuuden pitkäaikaisiin tutkimusjaksoihin ulkomailla.

Suomalaisen tutkimusjärjestelmän epäkohtina nähtiin vakituisten tutkijanvirkojen puute ja se, ettei nykyjärjestelmä velvoita yliopistoja ja tutkimuslaitoksia sitoutumaan tutkijoihin. Ratkaisuksi ehdotettiin muun muassa kotimaisen tenure track -järjestelmän perustamista. Tällaista järjestelmää on hahmoteltu myös opetusministeriön neliportaisessa tutkijanuramallissa (Opetusministeriö, 2008).

### 3 VAIKUTTAVUUS

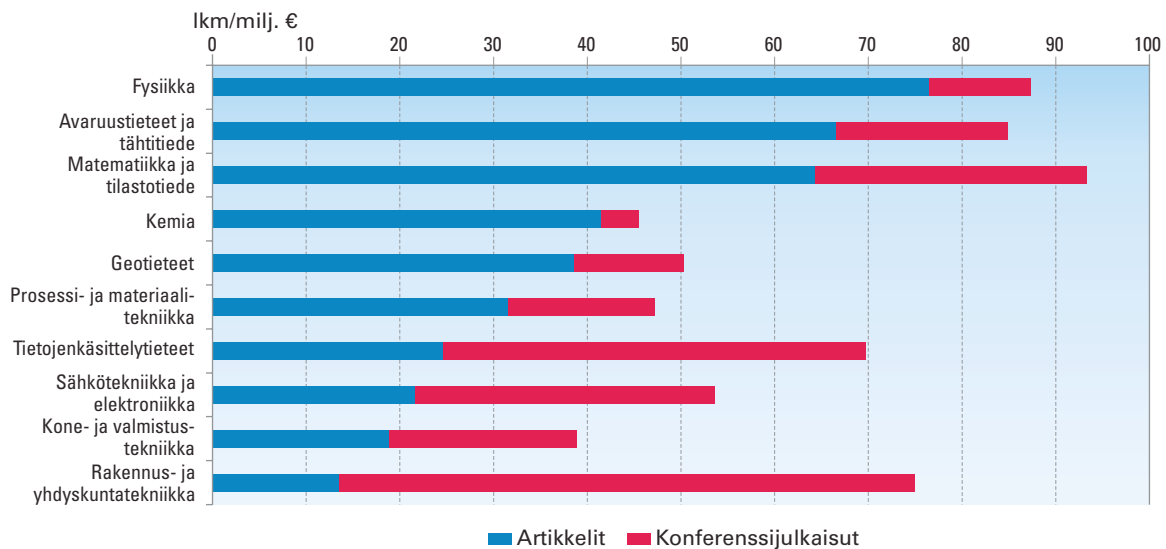
Tutkimuksen vaikuttavuutta voidaan tarkastella useista lähtökohdista. Tieteen ja osaamisen kannalta keskeisiä vaikuttavuuden indikaattoreita ovat tutkimuksen tuotosten lisäksi tutkijoiden verkottuminen ja liikkuvuus. Tutkimuksen vaikutukset heijastuvat myös laajemmin yhteiskuntaan. Tutkimustulosten ja tutkimuksessa syntyneen osaamisen hyödyntäminen edistää taloudellista kasvua ja lisää kansainvälistä kilpailukykyä, mikä osaltaan ylläpitää suomalaisen hyvinvointia. Tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikutusten ja vaikuttavuuden kuvaamista ja jäsentämistä tarkasteltiin Suomen Akatemian ja Tekesin yhteisessä VINDI-hankkeessa (Lemola ym. 2008).

#### Tieteellinen vaikuttavuus

Tutkimuksessa syntyneet julkaisut ja tutkinnot ovat ilmeisimpiä tieteellisen vaikuttavuuden määrällisiä mittareita. Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan rahoittamissa yleisissä tutkimusmääräraahankkeissa syntyi vuosien 2007 ja 2008

tutkimusraporttien mukaan keskimäärin 2,3 tohtorintutkintoa ja 3,3 ylempää korkeakoulututkintoa miljoonaa myönnettyä euroa kohti. Tohtorituotannossa ei ilmennyt merkittäviä eroja tutkimusalojen välillä. Alakohtaiset julkaisukäytännöt sen sijaan poikkesivat toisistaan. Tutkimusraporttien mukaan fysiikassa, avaruus- ja tähtitieteessä sekä matematiikassa ja tilastotieteessä tehtiin eniten kansainvälisissä tieteellisissä aikakauslehdissä julkaistuja artikkeleita rahoituksen suhteutettuna (kuva 4). Teknisissä tieteissä julkaisujen painopiste oli konferenssijulkaisuissa, mikä voi heikentää tekniikan alojen tutkimuksen tieteellistä vaikuttavuutta pitkällä aikajänteellä. Julkaisu- ja viittausmäärien kehitystä on tarkasteltu tieteenaloittain liitteessä 3.

Tutkimuksen kehittyminen ja monitieteisten leikkauspintojen löytyminen mahdollistaa tieteen uusiutumisen ja uusien alojen syntyminen. 2000-luvulla vahvasti kasvaneita luonnontieteisiin ja tekniikkaan pohjautuvia aloja ovat olleet laskennallinen tiede ja sen menetelmiin tukeutuvat biologinen fysiikka, bioinformatiikka ja materiaalitiede. Nopeasti



**Kuva 4.** Suomen Akatemian rahoittamissa luonnontieteiden ja tekniikan alojen tutkimushankkeissa tuotettujen julkaisujen määrä miljoonaa Akatemian myöntämää euroa kohti. Lähde: Suomen Akatemia, vuosien 2007 ja 2008 tutkimusraportit.

lisääntynyt paikkatiedon määrä on puolestaan avannut uuden paikkatiedon hallintaan ja hyödyntämiseen keskittyvän tutkimusalueen, geoinformatiikan, joka aihepiiriltään asettuu tietojenkäsittelytieteen ja geotieteiden välimaastoon. Luonnontieteisiin ja tekniikkaan perustuvia menetelmiä sekä kyseisten alojen tutkimuksen tuloksia hyödynnetään laajasti muiden tieteenalojen tutkimuksessa. Näiden menetelmien kehittäminen tapahtuu edelleen pääasiassa luonnontieteiden sisällä.

Toimikunnan tehtäviin kuuluu uusien nousevien alojen tunnistaminen ja niiden tutkimuksen tukeminen. Taulukossa 2 on esitetty toimikunnan strategisille kasvualueille suuntaama rahoitus ja toimikunnan aloitteesta käynnistyneet tutkimusohjelmat vuosina 2006–2009. Kyseisten aihealueiden yhteiskunnallista potentiaalia kuvastaa se, että myös muut tutkimusrahoittajat ovat kohdentaneet rahoitusta näille aihealueille.

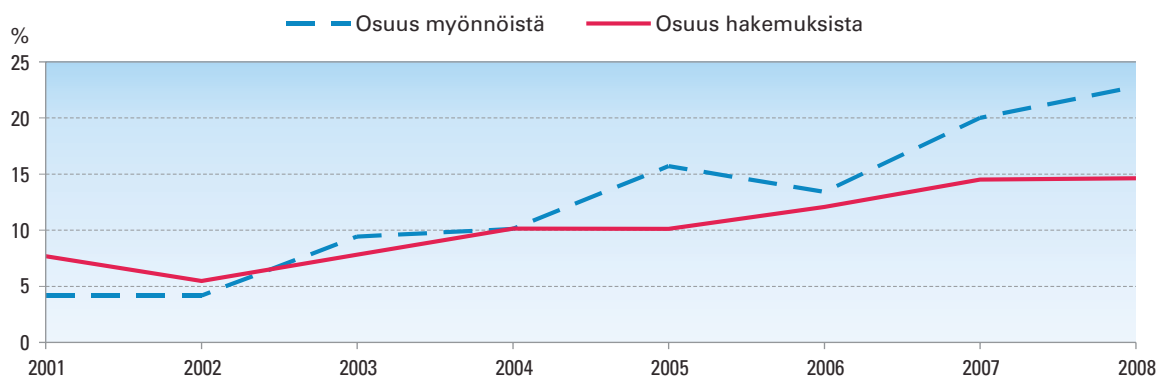
## Verkottuminen ja liikkuvuus

Tutkijoiden kansallinen verkottuminen on viime vuosina entisestään lisääntynyt luonnontieteiden ja tekniikan aloilla. Tämä näkyy muun muassa konsortiohakemusten määrän merkittävänä kasvuna Akatemian yleisten määrärahojen haussa (kuva 5). Vuosina 2002–2008 konsortiohakemusten osuus luonnontieteiden ja tekniikan toimialalla peräti kolminkertaistui. Vuonna 2008 jo lähes joka kolmas luonnontieteiden ja tekniikan alojen hakemus oli osa suurempaa hankekokonaisuutta.

**Taulukko 2.** Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan strategisen rahoituksen kohdentaminen ja toimikunnan aloitteesta käynnistyneet tutkimusohjelmat vuosina 2006–2010.

Rahoituksen suuntaaminen	
2006	Kaukokartoituksen ja geoinformatiikan tutkimus
2007	Metsäteollisuuden älykkäät tuotteet ja prosessit
2008	Sulautettujen järjestelmien prosessoriarkkitehtuurit ja ohjelmistokehitysmenetelmät
2009	Avaruus- ja tähtitieteen tutkimusinfrastruktuureja hyödyntävä tutkimus
2009	Konetekniikan tutkimus
2009	Vesitekniikan tutkimus
Tutkimusohjelmat	
2006	Kestävä tuotanto ja tuotteet -tutkimusohjelma, KETJU (2006-2010)
2006	Nanotieteen tutkimusohjelma, FinNano (2006–2010)
2008	Kestävä energia, SusEn (2008–2011)
2009	Jokapaikan tietotekniikka ja monimuotoinen viestintä, MOTIVE (2009–2012)
2010	Fotoniikka ja modernit kuvantamismenetelmät
2010	Laskennallisten tieteiden tutkimusohjelma

Akatemian yleisten määrärahojen hakuun jätettyjen konsortiohakemusten mukaan yliopistojen ja tutkimuslaitosten välinen tutkimusyhteistyö on tiivistynyt viime vuosina. Vuonna 2008 yliopisto-tutkimuslaitosyhteistyötä esiintyi 45 prosentissa konsortiohakemuksia, kun vastaava luku vuonna 2005 oli 24 prosenttia. Tutkimusyhteistyön suosio eri paikkakunnilla sijaitsevien tutkimusryhmien välillä oli sen sijaan lievässä laskussa. Vuonna 2006 tällaista yhteistyötä esiintyi 55 prosentissa konsortiohakemuksia verrattuna 47 prosenttiin vuonna 2008.



**Kuva 5.** Konsortioiden osuus hakemuksista ja myönnoistä luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen aloilla vuosina 2001–2008. Lähde: Suomen Akatemia, yleisten määrärahojen hakemukset 2001–2008.

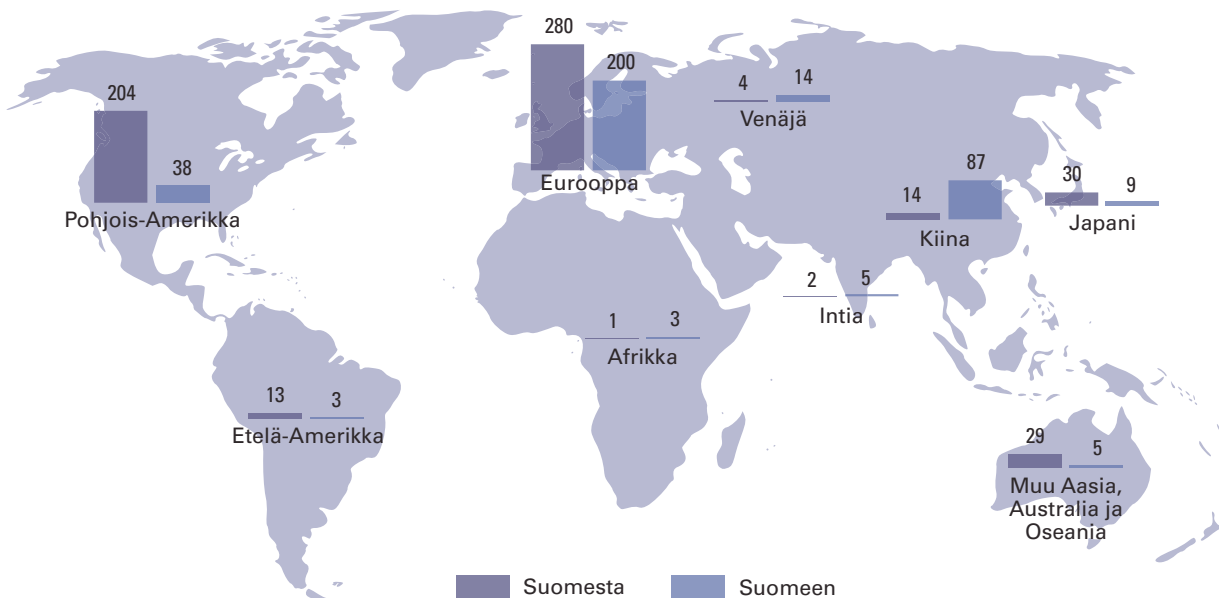
Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta on 2000-luvun alusta lähtien johdonmukaisesti kannustanut tutkijoita verkostoitumaan. Akatemian hallituksen toimikunnalle yleiseen määrärahaan osoittaman valtuuden määrän kaksinkertaistuminen vuosien 2005 (14,2 M€) ja 2007 (29,1 M€) välisenä aikana on mahdollistanut konsortioiden täysipainoisen tukemisen. Tämä näkyy konsortioiden kasvavana osuutena myönnoistä (kuva 5). Vuonna 2008 runsas 40 prosenttia rahoitetuista hankkeista oli konsortioiden osahankkeita. Vuoden 2008 haussa kansainväliset asiantuntijat arvioivat konsortiohakemukset keskimäärin tieteellisesti kunnianhimoisemmiksi kuin yksittäiset hakemukset.

Vapaa hankerahoitus on toimikunnan tärkein tutkimusto kansainvälisen tutkimusyhteistyön edistämiseksi. Luonnontieteiden ja tekniikan aloilla kolme neljästä hankkeesta sisälsi kansainvälistä yhteistyötä vuosien 2007 ja 2008 yleisten tutkimusmäärärahojen tutkimusraporttien mukaan. Kuudesosassa hankkeita rekrytoitiin ulkomaisia tutkijoita, ja he osallistuivat tutkimustyöhön Suomessa keskimäärin hieman yli vuoden verran. Yli puolet ulkomaisista tutkijoista saapui Suomeen Euroopan valtioista

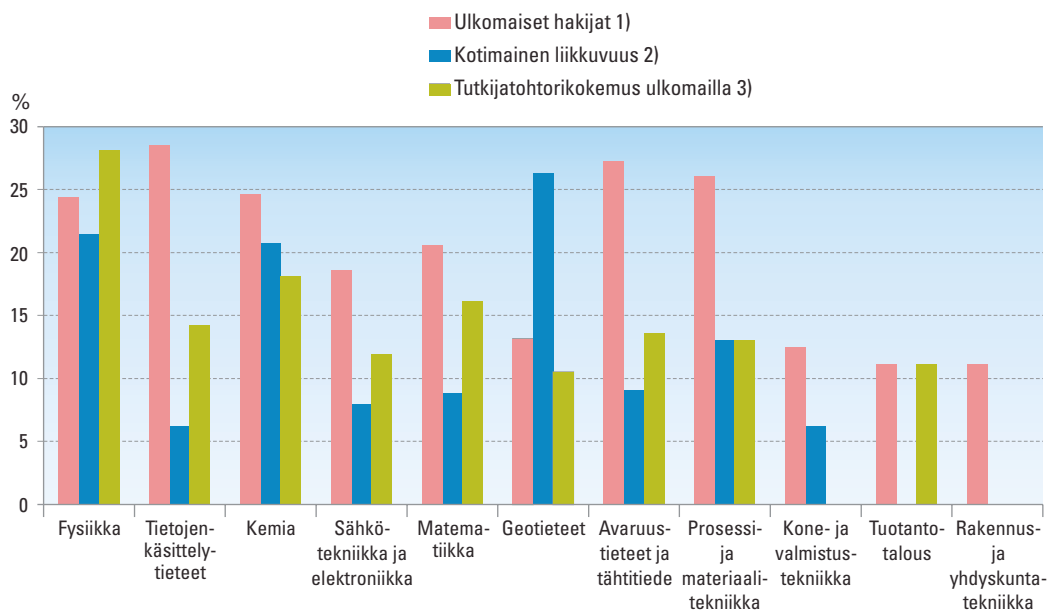
(kuva 6). Yksittäisistä valtioista eniten vierailukuukausia kertyi Kiinasta saapuneille tutkijoille. Tutkimusraporttien mukaan yleisissä tutkimusmäärärahan hankkeissa 40 prosentissa toteutui tutkimukseen liittyviä ulkomaanvierailuja, ja niiden kesto oli keskimäärin 5 kuukautta. Vierailuja tehtiin eniten Pohjois-Amerikkaan sekä Euroopan valtioihin, erityisesti Ranskaan, Saksaan ja Sveitsiin.

Luonnontieteiden ja tekniikan aloilla Suomen Akatemian tutkijatohtorin projektia vuosina 2006–2008 hakeneista henkilöistä vajaa neljäsosa oli ulkomaisia (kuva 7). Hakijoita oli yhteensä 586 henkilöä. Ulkomaisia hakijoita oli erityisen runsaasti tietojenkäsittelytieteen, avaruus- ja tähtitieteen sekä prosessi- ja materiaalitekniikan aloilla. Kuudesosalla tutkijatohtorin projektia hakeneista suomalaisista tutkijoista oli tohtorintutkinnon jälkeistä kokemusta ulkomailla tapahtuvasta tutkimustyöstä. Ulkomaankokemus oli yleisintä fysiikan, kemian ja matematiikan hakijoilla.

Toimikunnalle osoitettujen tutkijatohtorin projektihakemusten perusteella liikkuvuus kotimaisten tutkimusorganisaatioiden välillä on vähäistä luonnontieteiden ja tekniikan aloilla (kuva 7). Ainoastaan



**Kuva 6.** Yleisten tutkimusmäärärahojen avulla rahoitettu tutkijanvaihto luonnontieteiden ja tekniikan aloilla. Luvut kertovat kullekin maantieteelliselle alueelle kertyneiden vierailukuukausien määrän. Lähde: Suomen Akatemia, vuosien 2007 ja 2008 yleisten määrärahanhankkeiden tutkimusraportit



**Kuva 7. Suomen Akatemian tutkijatohtorin projektia luonnontieteiden ja tekniikan aloilla vuosina 2006–2008 hakaneiden henkilöiden liikkuvuus.** Lähde: Suomen Akatemia, tutkijatohtorin projektihakemukset 2006–2008.

- 1) Ulkomaisten hakijoiden osuus aloittain
- 2) Useammassa kuin yhdessä kotimaisessa tutkimusorganisaatiossa työskennelleiden hakijoiden osuus aloittain
- 3) Tohtorintutkinnon jälkeen ulkomaaisessa tutkimusorganisaatiossa vähintään kuusi kuukautta työskennelleiden suomalaisten hakijoiden osuus aloittain

joka kuudes hakija oli työskennellyt useammassa kuin yhdessä kotimaisessa tutkimusorganisaatiossa. Suomen sisäistä liikkuvuutta esiintyi keskimääräistä enemmän geotieteiden, fysiikan ja kemian aloilla, kun taas rakennus- ja yhdyskuntatekniikan, kone- ja valmistustekniikan sekä tietojenkäsittelytieteiden hakijat olivat useimmiten tehneet tutkimustyötään samassa organisaatiossa koko uransa ajan.

### Vaikuttavuus yhteiskunnassa

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen keskeisiä vaikutuksia ovat osaamisen ja uuden tiedon lisääntyminen yhteiskunnassa ja tiedeyhteisön sisällä. Alan tutkimus on avainasemassa globaaleihin ympäristökysymyksiin, ilmastomuutoksen hillintään, luonnonvarojen hyödyntämiseen ja tulevaisuuden energiaratkaisuihin liittyviin haasteisiin vastattaessa. Tieteen tulosten näkyvyys kotimaisessa mediassa lisää suuren yleisen tietoisuutta tutkimuksen tarjoamista vastauksista globaaleihin ongelmiin. Tutki-

mustuloksia hyödynnetään myös poliittisen päätöksenteon tukena. Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta on pyrkinyt osallistumaan tiedepoliittiseen keskusteluun ja vaikuttamaan tutkimus-, teknologia- ja innovaatiopoliittisten linjausten ja strategioiden sisältöön.

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen hyvä julkinen kuva kannustaa nuoria alan opintoihin. Alan houkuttelevuuteen vaikuttaa myös kouluopetuksen taso. Opetushallituksen vuosien 1996–2002 LUMA-ohjelma ja sen työtä jatkava LUMA-keskus ovat kehittäneet luonnontieteiden ja matematiikan opetusta ja pyrkineet herättämään kiinnostusta näiden aineiden opiskelua kohtaan.

Luonnontieteiden ja tekniikan alojen korkeatasoinen perustutkimus sekä tutkimustulosten tehokas hyödyntäminen muodostavat pohjan yhteiskunnan taloudelliselle ja kestäväälle kehitykselle. Tutkimuksen kautta syntyneet uudet tuotteet, prosessit, menetelmät ja tekniikat edistävät elinkeinoelämän kilpailukykyä. Luonnontieteiden ja tekniikan aloilla

tutkijoiden ja elinkeinoelämän välinen yhteistyö on ollut perinteisesti tiivistä. Toimivat yhteistyösuhteet mahdollistavat uuden tutkimustiedon tehokkaan siirron ja sitä kautta tulosten hyödyntämisen. Toimikunnan rahoittamista hankkeista noin kymmenesosa raportoi yritys yhteistyöstä. Suuri osa luonnontieteiden ja tekniikan toimikunnan rahoittamissa hankkeissa valmistuneista tohtoreista ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneista työllistyi yrityksiin, jotka olivat olleet tutkimuksessa mukana. Yhteistoiminta elinkeinoelämän kanssa oli yleisintä tekniikan alojen sekä kemian tutkimuksessa.

Osa tutkimustulosten kaupallisesta potentiaalista ilmenee patenttihakemusten ja keksintöilmoitus-

ten määrässä. Vuosien 2007–2008 tutkimusraporttien mukaan toimikunnan rahoittamista yleisistä määräraha hankkeista viidessä prosentissa tehtiin patenttihakemuksia tai keksintöilmoituksia. Patenttihakemuksia syntyi 0,42 kappaletta ja keksintöilmoituksia 0,36 kappaletta Suomen Akatemian myöntämää miljoonaa euroa kohti. Patenttihakemuksia ja keksintöilmoituksia tehtiin eniten sähkötekniikan ja elektroniikan, kemian sekä fysiikan alan hankkeissa. Tutkimustulosten kaupallistamista tapahtuu myös spin-off-yritysten kautta. Erityisesti materiaalitehteen ja -teknologian alalla tutkijoiden perustamat yritykset ovat merkittävä osa alan tutkimus- ja kehittämistoimintaa.



## 4 TUTKIMUSALAT

Seuraavassa esitellään arvioita luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan edustamien tieteenalojen nykytilasta sekä alojen vahvuuksista ja heikkouksista. Analyysit perustuvat toimikunnan järjestämiin tieteenalalähtöisiin työpajoihin, joihin kutsuttiin tutkijoita kunkin alan tieteellisestä kärjestä sekä elinkeinoelämän, ministeriöiden ja muiden rahoittajaorganisaatioiden edustajia (ks. liite 1). Energia- ja ympäristötekniikan, kone- ja valmistustekniikan sekä tietojenkäsittelytieteiden osalta analyysi pohjautuu toimikunnan toteuttamiin tieteenala-arviointeihin. Puunjalostustekniikan osuus perustuu sähköpostikyselyyn sekä Suomen Akatemiassa keväällä 2004 järjestettyyn seminaariin.

### Avaruus- ja tähtitiede

Avaruustutkimuksessa kansainvälisesti ajankohtaisia tutkimusaiheita ovat erityisesti Kuu ja Mars. Tähtitieteessä suurten teleskooppien havainto-ohjelmat maailmankaikkeuden rakenteen tutkimuksessa ovat jatkuvan huomion kohteena. Astrobiologia on noussemassa uudeksi tärkeäksi tutkimusalaksi.

Suomen yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa on alan kokoon nähden monta erillistä tutkimusryhmää. Kukin yksikkö on kuitenkin profiloitunut omille erityisaloilleen ja yhteistyö ryhmien sekä avaruusalan syntyneen teollisuuden välillä toimii hyvin. Tutkimusryhmien ongelmana on senioritutkijoiden vähäinen määrä. Kun suomalaisten suunnittelemaat mittalaitteet tuottavat jatkuvasti paljon hyvää havaintoainesta, resurssipulan takia osa aineistoista uhkaa jäädä hyödyntämättä. Avaruus- ja tähtitieteen tutkimuksessa osallistuminen kansainvälisiin laiterakennushankkeisiin on usein välttämätöntä tehtäessä eturintaman tutkimusta. Tämä edellyttää riittävän suuria tutkimusryhmiä, koska laiterakentamista ja mittaustutkimuksen analysointia ei saisi eriyttää toisistaan.

Kansallinen avaruusstrategia (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2009) painottaa kansainvälisten tutkimusorganisaatioiden jäsenyyden hyödyntämistä. Euroopan avaruusjärjestö (ESA) ja Euroopan etelä-

nen observatorio (ESO) luovat vahvan perustan kansainvälisen tason avaruus- ja tähtitieteen tutkimukselle. Suomeen on ESA-jäsenyyden myötä kehittynyt korkeatasoista osaamista sekä avaruustutkimuksen että laiterakennuksen aloilla. ESO:n havainto-ohjelmat ovat lisänneet suomalaisen tähtitieteen kansainvälistä näkyvyyttä. ESO-jäsenyyden täysipainoinen hyödyntäminen vaatii tulevaisuudessa aktiivista osallistumista myös järjestön teknologiakeskeisiin ohjelmiin. EISCAT-ionosfääritutka ja Kanarian saarten NOT-teleskooppi sekä Suomen maantieteellistä asemaa hyödyntävät paikalliset infrastruktuurit ovat erityisen arvokkaita tutkijoiden kouluttamisessa sekä pienimuotoisempien hankkeiden toteuttamisessa.

Opiskelijoiden ja nuorten tutkijoiden määrä avaruus- ja tähtitieteessä on pysynyt riittävänä. Tähän asti tohtorit ovat sijoittuneet hyvin oman alansa tehtäviin. Jatkossa tohtoreiden koulutusta tulee kehittää nykyistä monipuolisemmaksi ja avaruusalan osaajien sijoittua merkittävämmässä määrin muiden alojen tehtäviin. Alan kansallista yhteistyötä muiden tieteenalojen kanssa kuin myös tutkijoiden kansainvälistä verkottumista alan huippuryhmien kanssa tulee vahvistaa.

### Vahvuudet

- Alalla vallitsee terve ikäjakautuma ja laajentuminen on tuonut alalle paljon nuoria tutkijoita
- Yhteistyö yliopistojen, tutkimuslaitosten ja teollisuuden välillä toimii hyvin
- Alalla on käytössään erinomaiset kansalliset ja kansainväliset tutkimusinfrastruktuurit
- Suuren yleisen kiinnostus avaruusasioita kohtaan tekee alan julkisuuspotentiaalista merkittävän
- Kansallinen tutkijakoulu on edistänyt kotimaista verkottumista

### Heikkoudet

- Pitkäjänteistä rahoitusta on vaikea saada usein yli kymmenen vuotta kestäviin hankkeisiin
- Alan tutkijayhteisö on pieni ja tutkijatohtorivaiheen jälkeisiä yliopistovirkoja on vähän

- Pienen maan vaikutusmahdollisuudet ovat rajalliset isoissa kansainvälisissä organisaatioissa

### Mahdollisuudet

- Jäsenyys kansainvälisissä organisaatioissa antaa vaikutusmahdollisuuksia isoihin asioihin
- Avaruusalan osaamiselle on tulevaisuudessa käyttöä yhteiskunnan monilla eri sektoreilla
- Suomen maantieteellinen sijainti on ainutlaatuisen avaruusfysiikan kannalta

### Uhat

- Perustutkimus näivettyy sovelluksia painottavassa innovaatioyhteiskunnassa
- Kallista tutkimusta on perusteltava erikseen myös tieteen ulkopuolisilla argumenteilla
- Yhteisön pienuus aiheuttaa suuren riippuvuuden yksittäisten henkilöiden osaamisesta

### Suositukses

- Suomi on hyödyntänyt tehokkaasti ESA:n mahdollisuuksia kehittää tutkimuslaitteita ja niiden teknologioita. ESO:n osalta lisäpanostus on tällä alueella tarpeen. Jatkossa on varmistettava riittävät resurssit suurten infrastruktuurien tuottamien tieteellisten havaintojen sekä observatorioinstrumenttien tieteellisen havaintoajan hyödyntämiseen. Lisäksi suomalaistutkijoita on kannustettava hakemaan nykyistä aktiivisemmin kansainvälisten organisaatioiden piirissä tarjolla olevia työpaikkoja.
- Avaruus- ja tähtitieteen tutkijat ovat hyvin verkottuneita kansainvälisesti. Tavoitteena on lisätä alan sisäistä kansallista yhteistyötä sekä verkottua paremmin muiden tieteenalojen, erityisesti menetelmätieteiden osajien kanssa.
- Koska alan tutkijamäärässä ei ole odotettavissa huomattavaa kasvua, on tohtorikoulutus järjestettävä siten, että se antaa valmiudet sijoittua myös akateemisen maailman ulkopuolelle.

### Fysiikka

Fysiikalla on kasvava merkitys monitieteellisessä tutkimuksessa. Fysiikkaan pohjautuvilla laskennallisilla menetelmillä on keskeinen asema materiaalitieteessä ja niiden soveltaminen on lisääntymässä biotieteissä.

Tärkeiksi tutkimusalueiksi ovat nousemassa moderni optiikka ja fotonikka, kvanttikoherentit ilmiöt ja kvantti-informaatio sekä synkrotronisäteilylähteillä ja vapaaelektronilasereilla tehtävä tutkimus.

Merkittävä osa fysiikan tutkimuksesta on kytkeytynyt kansainvälisiin tieteen suurhankkeisiin. Suomessa ei ole perinteisesti ollut halukkuutta liittyä infrastruktuurihankkeisiin, jotka eivät ole suoraan yhteydessä Suomessa tehtävään tutkimukseen. Infrastruktuuripäätöksiä tulee tarkastella strategisemmin, jotta Suomi ei jää syrjään keskeisistä tulevaisuuden tutkimusalueista.

Suomessa on useita arvostettuja fysiikan tutkimusryhmiä ja alan tutkijakunta on laajasti kansainvälisesti verkottunutta. Kokeellisen tutkimuksen niukka resursointi on johtanut siihen, että fysiikan tutkimus Suomessa on voimakkaasti painottunut teoreettiseen ja laskennalliseen tutkimukseen. Fysiikan tutkimuksen korkean tason ylläpitäminen vaatii panostamista myös kokeelliseen tutkimukseen. Omat haasteensa kokeelliselle tutkimukselle asettaa se, ettei suomalaisessa tutkimusrahoitusjärjestelmässä ole vakiintuneita rahoitusmekanismeja kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurien perustamiseen ja ylläpitoon.

Fysiikan opiskelijoiden taso on pysynyt Suomessa korkeana verrattuna moniin muihin Euroopan maihin. Väitelleet fyysikot ovat työllistyneet hyvin, ja erityisesti kokeellisista fyysikoista suuri osa sijoittuu teollisuuteen. Akateemiselle uralle tähtäävät fyysikot lähtevät väitelttyään usein ulkomaille, mikä näkyy fyysikoiden poikkeuksellisen vahvassa kansainvälisessä liikkuvuudessa uran alkuvaiheessa verrattuna muihin luonnontieteiden ja tekniikan aloihin (kuva 7). Tutkijatohtorivaiheen jälkeen urakehityksessä ilmenee kuitenkin ongelmia, sillä avoimia virkoja on vähän, eikä tutkijanuran epävarmuus Suomessa houkuttele kaikkia ulkomailta takaisin. Akateemisen uran ennakoitavuutta ja houkuttelevuutta tulee vahvistaa esimerkiksi tenure track -järjestelmän kautta.

Fysiikan perustutkimuksella, erityisesti hiukkasfysiikkaan ja kosmologiaan liittyvillä aiheilla, on erittäin hyvä näkyvyys kotimaisessa mediassa. Alan hyvä julkinen kuva kasvattaa kiinnostusta luonnontieteisiin ja tuo yliopistoihin lisää opiskelijoita luonnontieteiden aloille.

### Vahvuudet

- Fysiikan tutkimus on kansainvälisesti korkeatasoista
- Suomalaisia alan tutkijoita arvostetaan ulkomailla
- Tutkijakunta on laajasti kansainvälisesti verkottunut
- Suomessa on paljon lahjakkaita alan opiskelijoita suhteessa muihin Euroopan maihin
- Fysiikan tohtorikoulutus on monipuolista

### Heikkoudet

- Infrastruktuurien perustamis- ja toimintarahoitusta varten ei ole kehittyneitä mekanismeja
- Yliopistojen perusrahoituksen niukkuuden vuoksi tutkimus on liian riippuvainen ulkopuolisesta rahoituksesta
- Pysyvien virkojen vähyys ja tenure track -järjestelmän puute tekevät tutkijanurasta epävarman

### Mahdollisuudet

- Fysiikan menetelmien soveltamien monitieteellisessä tutkimuksessa (erityisesti bio- ja materiaalitieteissä) lisääntyy entisestään
- Eurooppalaisia tutkimusinfrastruktuureja ja rahoituslähteitä hyödynnetään tehokkaammin
- Kansainvälistä rekrytointia lisätään
- Suomeen muodostetaan kansainvälisesti vetovoimaisia osaamiskeskittyviä

### Uhat

- Lyhytjänteinen tutkimuksen strategiaohjailu johtaa perustutkimuksen näivettymiseen
- Kokeellista tutkimusta ei tueta riittävästi, infrastruktuurirahoitus tyrehtyy ja laitekanta vanhenee
- Suomi jättäytyy kansainvälisten suurhankkeiden ulkopuolelle

### Suosituks

- Kansallinen infrastruktuurirahoitus on järjestettävä välittömästi.
- Fysiikan alan kansainvälisiin suurhankkeisiin liittymisestä on tehtävä päätökset välittömästi.
- Yliopistojen perusrahoitus on korjattava luonnontieteellisellä alalla. Nykyrahoitus riippuu liikaa tutkintomäärästä, eikä laboratoriovaltaisten alojen kustannuksia huomioida riittävästi.

- Suomeen on luotava tenure track -järjestelmä.
- Väittelyn jälkeisen tutkijanuran resursointia on lisättävä.

### Geotieteet

Tässä katsauksessa geotieteillä tarkoitetaan tutkimusalojen kokonaisuutta, joka kattaa geologian, geofysiikan ja geomatiikan sekä niiden alahaarat sisältäen myös ilmakehätieteet sekä glasiologian. Geotieteiden tutkimusryhmät ovat jakautuneet Suomessa yliopistoihin ja sektoritutkimuslaitoksiin. Monilla geotieteiden osa-alueilla sektoritutkimuslaitosten osuus kaikista tutkimusta tekevästä yksiköistä on huomattava. Suomella on kansainvälisesti korkeatasoisia infrastruktuureja sekä kehittyvää alan teollisuutta, joka tulee tarvitsemaan jatkossa yhä enemmän geotieteellisen koulutuksen saaneita työntekijöitä.

Kansainvälinen toimintaympäristö on muuttumassa. Ympäristöuhat lisäävät maailmanlaajuista kiinnostusta erityisesti avaruusteknologiaa hyödyntäviä kaukokartoitusmenetelmiä kohtaan. Koska Suomi, monista muista maista poiketen, on malmien ja mineraalin suhteen omavarainen, tarvitaan kansallista panostusta raaka-aineisiin liittyvään perustutkimukseen.

Geotieteiden tutkimusalueet kehittyvät yhä poikkitieteellisemmiksi. Fysiikan, kemian ja matematiikan mallinnusmenetelmien tuominen geotieteiden eri aloille luo uusia tutkimusmahdollisuuksia, mutta asettaa myös haasteita alan koulutukselle. Kansainvälisten trendien kärkeen kiilautuminen edellyttää kykyä tieteidenväliseen tutkimukseen sekä tehokasta menetelmäosaamisen siirtämistä eri tutkimusalojen välillä. Ympäristön tutkimuksen merkitys on edelleen korostumassa, erityisesti ilmastonmuutoksen hillintätoimet vaativat koko fyysikaalisen systeemin poikkitieteellistä tutkimusta. Luonnonvarojen kestävä kierto, jätteiden loppusijoitus ja paikannustiedon merkitys ovat yhteiskunnallisia kysymyksiä, joihin geotieteellisellä tutkimuksella on paljon annettavaa.

Tiivis yhteistyö geotieteiden tutkimusyksiköiden sekä elinkeinoelämän välillä hyödyttää sekä tutkimus- ja kehittämistyötä että tulosten yhteiskunnallista ja kaupallista hyödyntämistä. Sovelluksiin pohjautuva yritystoiminta edellyttää kuitenkin rin-

nalleen korkeatasoista perustutkimusta. Nykyisellään yksiköt ovat pääsääntöisesti pieniä ja hajallaan, mikä vaatii panostuksia verkottumiseen, hankeyhteistyöhön ja omien tutkimusprofiilien muodostamiseen.

Pitkät aikasarjat ovat yksi tärkeimmistä geotieteiden infrastruktuureista, ja niiden jatkuvuudesta tulee huolehtia havaintoverkkoja uudistettaessa. Monipuolisten havaintoaineistojen helppo ja edullinen saatavuus ovat tärkeitä monitieteisyyden ja tutkimusnäkökulman monipuolisuuden näkökannalta.

Kouluissa geotieteiden opetus on sisällytetty fyysiikkaan, kemiaan, biologiaan ja maantieteeseen, minkä vuoksi nuorisolla ei ole selkeää käsitystä geotieteiden kokonaisuudesta ja mahdollisuuksista. Tämä vaatii panostuksia hyvän opiskelija- ja tutkijaineuksen houkuttelemiseksi alalle.

### Vahvuudet

- Tutkimusryhmät ovat korkeatasoisia ja kansainvälisesti hyvin verkottuneita
- Alalla toimii vahvoja ja akateemisesti korkeatasoisia tutkimuslaitoksia
- Geotieteitä hyödyntävä teollisuus luo työpaikkoja geotieteiden maistereille ja tohtoreille
- Pitkäkestoiset, kattavat ja korkealaatuiset mittausaineistot ovat kansainvälisesti kiinnostavia

### Heikkoudet

- Geotieteiden tutkimus ja opetus on pirstaloitunut pieniin laitoksiin ja yksiköihin
- Kansallinen verkottuminen tutkimusorganisaatioiden välillä on heikkoa
- Pienet yksiköt ovat taloudellisesti riippuvaisia lyhytjänteisestä projektirahoituksesta

### Mahdollisuudet

- Suuret kysymykset energiaratkaisuista, ympäristöongelmista, ilmastonmuutoksesta, luonnonvarojen riittävydestä ja hyödyntämisestä sekä kestävän kehityksen ratkaisuista tarvitsevat geotieteellistä tutkimustietoa
- Geotieteiden sovelluksilla ja tutkimustulosten hyödyntämisellä on mahdollisuuksia luoda uutta maailmanluokan teollisuutta
- Tieteidenväliset rajapinnat sisältävät uusia potentiaalisia tutkimusalueita

- Suomalainen tutkimusympäristö on innovatiivinen ja ICT-osaaminen on korkeatasoista

### Uhat

- Tieteenala ei pysty vastaamaan yhteiskunnan sille asettamiin suuriin haasteisiin
- Päättäjät ja rahoittajat panostavat vain soveltaan tutkimukseen ja lyhyen aikavälin tuloksiin
- Tutkimus- ja innovaatiopolitiikka ohjaa entistä vahvemmin tutkimuksen sisältöä
- Geotieteellinen opetus kouluissa pysyy hajanaisena ja puutteellisenä

### Suosituksukset

- Geotieteiden tutkimuksessa tieteidenvälisyyttä on edelleen vahvistettava yhteiskunnallisen ja taloudellisen vaikuttavuuden lisäämiseksi: geotieteiden sisällä on muodostettava kattava ”Earth System Science” -verkosto, joka kattaa kaikki geotieteiden osa-alat. Lisäksi on luotava toimivat linkit alan perustieteisiin sekä teknisiin tieteesiin.
- Alueellisten tutkimusklustereiden kasvua on vahvistettava sekä tiivistämällä opetus- ja tutkimusyhteistyötä yliopistojen pienten yksiköiden välillä että verkottamalla perus- ja soveltavaa tutkimusta tekevät tutkimuslaitokset yliopistoyksiköiden kanssa.
- Geotieteiden tutkimuksesta tiedottamista on tehostettava geotieteiden yhteiskunnallisen merkityksen esille tuomiseksi sekä geotieteiden brändin nostamiseksi nykyistä globaalia tilannetta vastaavaksi.
- Kansainvälisen tutkimusyhteistyön perusedellytykset on turvattava huolehtimalla siitä, että alan tutkimusinfrastruktuurit ovat kansainvälisesti kilpailukykyisellä tasolla.

### Kemia

Kemian alan osaaminen on merkittävässä roolissa teollisuuden ja yhteiskunnan suurten, globaalien haasteiden (kuten energiankulutus, ympäristökysymykset, ruoka, vesi, metsä ja terveys) ratkaisemisessa. Kemian alan ajankohtaisia tutkimusaiheita ja kehitystrendejä ovat ”kemiallinen biologia”, puunjalostuksen puuperäiset tuotteet, nestemäiset biopoltoaineet, vihreä kemia ja vihreät teknologiat sekä katalyytit

kimus. Bio-, nano- ja materiaalitutkimus, joihin panostetaan laajasti, edellyttävät myös kemian alan asiantuntemusta. Siksi on tärkeää, että tulevaisuudessa kemiaa kehitetään kemian alan tutkijoiden keskuudesta nousevien kysymysten lähtökohdista, jottei kemialle jää pelkästään aputieteen rooli. Tutkimusprofiilista riippuen poikkeittieteellistä tutkimusta tehdään, merkittävimmin fysiikan ja biotieteiden kanssa.

Suomalainen kemian alan tutkimusyhteisö on pieni, mutta kansainvälisesti hyvätasoinen. Kemian tutkimusyksiköitä on paljon ja yksiköt ovat suhteellisen pieniä, mutta kansallinen yhteistyö on vilkasta. Myös kansainvälinen verkottuminen kemian alalla on laajaa, ja vuosien 2007–2008 tutkimusraporteissa kemian ala oli yksi aktiivisimmista tieteenaloista tutkijoiden kansainvälistä liikkuvuutta tarkasteltaessa. Kemian tieteenala-arvioinnilla voitaisiin selvittää eri yliopistojen vahvuusalueet ja sitä voitaisiin hyödyntää yliopistoilta toivottavassa profiloitumisessa.

Kemian tutkimuksessa laitteet ovat usein merkittävässä asemassa. Tällä hetkellä laitekanta on useimmiten ajantasainen ja tutkimustilat sekä muu infrastruktuuri ovat suhteellisen hyvät. Laitteistojen ylläpito vaatii kuitenkin resursseja ja niiden ylläpitokustannukset ovatkin usein kohtuullisen suuria. Ongelmana ovat myös laitteistojen päivitysten ja varaosien saatavuus. Laitteistojen hankintaan on usein helpompi saada rahoitusta kuin laitteiston käyttö- ja ylläpitokustannuksiin, varsinkin eri laitosten yhteishankinnoissa. Yhteishankinnat ja laitteiden laajempi yhteiskäyttö mahdollistaisivat laitteiden kustannustehokkaamman käytön.

Vahvan osaamis pohjan luomiseen tarvitaan hyviä ja tasokkaita opiskelijoita. Tällä hetkellä tutkimushenkilöstön rakenne on vinoutunut, ja tutkijatohtoreita on liian vähän tohtorikoulutettaviin nähden (taulukko 1). Tutkijatohtoritasolla ei ole riittävästi rahoitusmahdollisuuksia, ja uhkana on lahjakaiden tutkijoiden hakeutuminen muihin tehtäviin.

### Vahvuudet

- Alalla on korkeatasoisia tutkimusryhmiä, joista osa on kansainvälisessä kärjessä
- Tutkimuksella on vankka yhteys kotimaiseen teollisuuteen ja sovelluksiin
- Suomalaiset tutkimusryhmät tekevät laajaa kansainvälistä yhteistyötä

- Tutkimuslaitteisto, tutkimustilat ja muu infrastruktuuri ovat ajan tasalla

### Heikkoudet

- Kansainvälinen tutkimusrahoitus kohdistuu liiaksi soveltavaan tutkimukseen
- Opetuksen vaatimusten johdosta kemian yksiköt ovat hajallaan; niitä on paljon ja niiden koko on pieni
- Kemian kouluopetus on vähäistä ja tasoltaan vaihtelevaa

### Mahdollisuudet

- Kemian ala on avainasemassa merkittävien suurten globaalien haasteiden ratkaisemisessa
- Yhteistyö fysiikan, materiaalitieteen ja biotieteiden kanssa mahdollistaa monitieteiset tutkimusavaukset
- Luonnontieteiden kouluopetusta kehitetään innostavaksi ja laadukkaaksi

### Uhat

- Kemialähtöinen perustutkimus vähenee, ja kemian rooliksi jää vain tukea muiden tieteenalojen kehittymistä
- Perusopiskelijoiden taso heikkenee, lahjakkaat tutkijat hakeutuvat muualle ja huippuosajia ei saada alalle
- Laitekanta ja infrastruktuuri rapistuvat
- Alan merkittävyyttä globaalien haasteiden ratkaisemisessa ei ymmärretä

### Suosituks

- Perustutkimukseen on panostettava enemmän. Myös yliopistojen budjettirahoituksen osuutta on lisättävä, mikä tukisi yliopistoilta edellytettävää priorisointia ja strategisten painoalueiden edelleen kehittämistä.
- Alan merkitys globaalien tärkeiden ongelmien ratkaisijana on saatava yleiseen tietouteen.
- Opetusohjelmissa on oltava luonnontieteet mukana laaja-alaisesti. Tällaiset opintokokonaisuudet tukevat monitieteistä ajattelua.
- Luonnontieteellistä kouluopetusta on kehitettävä siten, että se on tasokasta ja innostavaa.
- On toteutettava kemian tieteenala-arviointi ja selvitetävä alan tohtoritarve.

## Matematiikka ja tilastotiede

Suomalainen puhtaan matematiikan tutkimus on ollut perinteisesti hyvin analyysipainotteista. Toinen merkittävä puhtaan matematiikan suunta Suomessa on diskreetti matematiikka, joka on alkanut algebrasta ja lukuteoriasta ja siirtynyt enemmän matemaattiseen tietojenkäsittelytieteeseen liittyvään kombinatoriikkaan. Viime vuosina myös sovelletun matematiikan tutkimus on monipuolistunut sekä teoreettisena sovellettuna matematiikkana että suoriin sovelluksiin liittyvänä.

Useat keskeiset matematiikan osa-alueet ovat Suomessa pieniä tai puuttuvat kokonaan. Tällaisia ovat esimerkiksi geometria ja algebra. Tämä on valittavaa, mutta luonnollista Suomen kaltaisessa pienessä maassa. Keinotekoisesti asian muuttaminen on vaikeaa, ellei mahdotonta. On kuitenkin syytä pitää huoli, että kaikkien keskeisten matematiikan osa-alueiden perusopetus hoidetaan kunnolla. Lahjakkaimmat opiskelijat tulee ohjata jatko-opintoihin ulkomaille, ellei heitä kiinnostavilta alueilta löydy Suomesta tarpeellista asiantuntemusta.

Tilastotieteen merkitys lisääntyy jatkuvasti ja sen sovelluskohteet yhteiskunnassa ovat laajat. Useimmissa yliopistoissa matematiikka ja tilastotiede on yhdistetty tai ollaan yhdistämässä samaan laitokseen. Tämä ei ole vielä johtanut tiiviimpään tutkimus- tai opetusyhteistyöhön, mutta saattaa luoda tulevaisuudessa mahdollisuuksia, kun opiskelijat liikkuvat matematiikan ja tilastotieteen välillä.

Matematiikan tutkimuksen taso Suomessa on kansainvälisesti erittäin korkea erityisesti analyysissä ja diskreetissä matematiikassa. Myös sovellettu matematiikka on noussut tasoltaan puhtaan matematiikan rinnalle. Suomalaisiin matematiikan alan julkaisuihin viitataan vähintään yhtä usein kuin matematiikan alan julkaisuihin maailmassa keskimäärin (ks. liite 3). Matematiikan taso ilmenee myös monista suomalaisten matemaatikkojen merkittävistä kansainvälisistä tehtävistä ja kutsutuista esitelmistä tärkeissä kongresseissa. Kaikki alan menestyvät suomalaiset tutkimusryhmät ovat kansainvälisesti verkottuneita.

Matematiikan koulutuksessa hankitulle systemaattiselle ajattelutavalle löytyy monipuolista käyttöä yhteiskunnassa ja erityisesti soveltavien matematiikan alojen tohtorit työllistyvät hyvin. Siirtymi-

nen yliopistojen ulkopuolelle voisi silti olla nykyistä aktiivisempaa.

Hyvin abstraktina tieteenä matematiikan popularisointi ja ymmärrettävä selittäminen suurelle yleisölle on usein vaikeaa, erityisesti puhtaan matematiikan osalta. Vähänkin pintaa syvemmälle meneminen vaatii laajoja perustietoja ja käsitteistöä. Osittain tästä syystä matemaatikot ovat myös monesti vaatimattomia matematiikan merkityksen korostamisessa. Tämä johtuu myös siitä, että usein matematiikan sovellukset tulevat pitkällä, jopa kymmenien vuosien viiveellä.

### Vahvuudet

- Suomalainen matematiikan tutkimus kykenee uudistumaan ja monipuolistumaan
- Tutkimus on kansainvälisesti erittäin korkeatasoista erityisesti analyysissä sekä diskreetissä ja soveltavassa matematiikassa
- Matematiikka houkuttelee edelleen lahjakkaita opiskelijoita

### Heikkoudet

- Matemaatikot ovat usein vaatimattomia eivätkä korosta riittävästi matematiikan merkitystä
- Abstraktit tulokset eivät avaudu helposti suurelle yleisölle

### Mahdollisuudet

- Laskennalliset menetelmät lisääntyvät eri tieteenaloilla
- Sovelletun matematiikan nousu mahdollistaa avautumisen teollisuuteen ja yhteiskuntaan
- Matematiikan ja tilastotieteen vuorovaikutus synnyttää uusia tutkimussuuntia
- Matematiikan arvostus kasvaa, kun sen merkitys yhteiskunnassa tiedostetaan paremmin

### Uhat

- Liiallinen sovelluslähtöisen tutkimuksen painotus kaventaa perustutkimuksen rahoitusmahdollisuuksia
- Uusien tutkimussuuntien avaus ei onnistu pitkäjänteisen rahoituksen puutteen vuoksi
- Bibliometriisiin indekseihin nojaututaan liikaa tieteenalojen keskinäisessä vertailussa ja tiedepoliittisten päätösten teossa

- Yliopistot panostavat vain strategisille kasvu-alueilleen, jolloin metodialat kuten matematiikka ja tilastotiede joutuvat syrjäytetyksi

### Suosituksukset

- Yliopistojen perusrahoitus on turvattava ja sen tulee mahdollistaa monipuolinen matematiikan tutkimuksen ja opetuksen uudistuminen.
- Tutkijakouluja on vahvistettava ja alan uudistuminen on huomioitava tutkijakouluihin liittyvissä rahoituspäätöksissä.
- Matematiikan temaattisia vierailijaohjelmia tulee jatkaa.

### Materiaalitiede ja -teknologia

Materiaalitiede ja -teknologia on monialainen tiede, jossa hyödynnetään toisia tieteenaloja, kuten fysiikkaa ja kemiaa sekä sähkö- ja prosessitekniikkaa. Lisäksi tiettyjen uusien alojen, kuten nanomateriaalitieteen ja fotonikan, voidaan katsoa ainakin osittain sisältyvän materiaalitieteeseen ja -teknologiaan. Materiaalitiede ja -teknologia ei ole Suomessa vielä riittävästi profiloitunut. Alan tutkijat julkaisevat ja vie-railevat emotieteen foorumeissa, mutta panos suurissa kansainvälisissä materiaalitieteen konferensseissa on vielä vaatimatonta.

Materiaalitiede ja -teknologia kehittyy nopeasti ja uusia tutkimuskohteita syntyy jatkuvasti. Tulevaisuudessa keskeisiä tutkimusalueita tulevat olemaan energiateknologian materiaalit sekä komposiitit ja hybridimateriaalit. Muita nousevia aloja ovat painettava elektroniikka, biomateriaalit, ydinreaktorimateriaalit, energiaa säästävät laitteet, kaivannais-teollisuus ja siihen liittyvä materiaalikehitys sekä optiikka ja fotonikka ja optiset materiaalit.

Materiaalitutkimuksessa tulosten hyödynnettävyys korreloi hyvin tieteellisen laadun kanssa. Tutkimusyksiköt, jotka julkaisevat parhaissa lehdissä, synnyttävät myös eniten innovaatioita ja pitkällä aikajänteellä liiketoimintaa.

Alan kansallinen verkottuminen on tutkijatasolla erinomainen. Henkilösuhteet ovat syntyneet spontaanisti ja tutkijoiden luottamus toisiinsa on hyvä. Tiivis kansallinen verkosto on nähtävä myös kilpailuetuna, mutta sen hyödyntäminen ei ole vielä onnistunut.

Kokeellisessa materiaalitutkimuksessa tarvittavien tutkimuslaitteiden tila on heikko sekä yliopistoissa että VTT:llä. Kokeellisen tutkimuksen toimintaedellytyksiä tulee pikaisesti vahvistaa. Laskennallisen tieteen osalta maamme infrastruktuuri on hyvässä kunnossa. Euroopassa on monia kansainvälisesti tärkeitä materiaalitieteen infrastruktuureja, joissa Suomen on toimittava aktiivisesti.

Materiaalitieteen ja -teknologian tohtoritarve on melko hyvin tasapainossa alalle valmistuvien tohtorien määrän kanssa. Hyvin työllistävän alan näkökulmasta katsottuna tutkijakoulupaikkoja voisi olla nykyistä enemmänkin. Hyvä koulutus tuottaa hyviä tutkijoita, jotka julkaisevat paljon ja synnyttävät spin-off-yrityksiä. Materiaalitutkimuksen alalla on syntynyt uudenlaista yhteistoimintaa yritysten ja tutkimusyksiköiden välillä. Esimerkkeinä ovat UPM:n, Teknillisen korkeakoulun ja VTT:n muodostama Suomen Nanoselluloosakeskus sekä Nokian, Teknillisen korkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston Open innovation -keskus. Yritykset rahoittavat yliopistojen osallistumista, mikä mahdollistaa sellaisen pitkäjänteisen tutkimustyön, joka yrityksiltä muuten jäisi tekemättä.

### Vahvuudet

- Suomessa on kansainvälisen tason osaamista kokeellisessa ja teoreettisessa tutkimuksessa sekä mallinnuksessa
- Suomessa luonnontieteisiin saadaan vielä hyviä opiskelijoita muihin maihin verrattuna
- Tutkimusryhmät ovat hyvin verkottuneita keskenään ja elinkeinoelämän kanssa

### Heikkoudet

- Useilla materiaalitutkimuksen osa-alueilla tutkimusinfrastruktuuri on pahasti rapautunut, ja laskennallisen tieteen osuus on kasvanut kokeellisen tutkimuksen kustannuksella
- Tutkimus on hajallaan eri yliopistoissa ja tutkimusryhmät ovat pieniä

### Mahdollisuudet

- Nanotieteiden tutkimuksen kansallinen koordinaatio mahdollistaa alan yhtenäisen tutkimus- ja infrastruktuuripolitiikan (NanoCentre Finland)

- Poikkitieteellisyys avaa uusia mahdollisuuksia ja mahdollistaa reagoinnin tutkimuskentän ja -tarpeiden muutoksiin
- Materiaalitiede on mukana useiden strategisen huippuosaamisen keskittymien tutkimusagen-doilla

### Uhat

- Strategiset valinnat (esim. SHOKit) ovat liian tiukkoja, ja ne kahlitsevat perustutkimusta ja estävät merkittävien läpimurtojen syntymisen
- Panostukset ovat liian vähäisiä tai liian lyhytkestoisia
- Tutkimus vaatii entistä kalliimpia infrastruktuureja

### Suosituksukset

- Tutkimusrahoittajien tulee tiedostaa materiaalitutkimuksen pitkäjänteisyys.
- Kansainvälisen yhteistyön tulee olla tutkijalähtöistä eikä sidottua tutkimuspoliittisiin tavoitteisiin.
- Materiaalitiede on luokiteltava omaksi alakseen Suomen Akatemian tutkimusalaluokituksessa.
- Tutkimusinfrastruktuureja varten on luotava pysyvät rahoitusmekanismit.

## Energia- ja ympäristötekniikka

Tutkimusta energiatekniikan alalla tehdään yli kymmenessä yliopistossa ja useassa tutkimuslaitoksessa. Energiatekniikan tutkimukselle Suomessa on ominaista hyvä järjestelmä- ja teknologiaosaaminen. Kansainvälisesti korkeatasoista perustutkimusta tekeviä tutkimusryhmiä on poltto-, sähkövoima- ja ydinvoimatekniikan osa-alueilla. Soveltavassa tutkimuksessa tutkimusryhmien ja teollisuuden välinen yhteistyö on jatkuvaa ja tuloksellista.

Energia- ja ympäristöalan yhteenlaskettu liikevaihto oli Suomessa 32 miljardia euroa vuonna 2006, mikä oli noin 25 prosenttia Suomen teollisuuden koko liikevaihdosta. Viennin arvo oli 12 miljardia euroa. Ala työllistää Suomessa 65 000 henkilöä. Energia- ja ympäristöalan strategisen huippuosaamisen keskittymän operatiivista toimintaa varten perustettiin vuonna 2008 CLEEN Oy. Keskittymän

tutkimustoiminnan painopisteet ovat hiilineutraali energiantuotanto, hajautetut energijärjestelmät, kestävät polttoaineet, energiamarkkinat ja älykkäät sähköverkot, tehokas energiankäyttö, resurssitehokkaat tuotantoteknologiat ja palvelut, materiaalien kierrätys ja jätteiden hallinta sekä mittaus, monitorointi ja ympäristötehokkuuden arviointi.

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan vuonna 2006 toteuttama kansainvälinen energiatekniikan tieteenala-arviointi toteaa, että energiatekniikan alan tutkimusryhmissä yliopistossa on hyvin vähän kokeneita senioritutkijoita, millä on vaikutuksensa niin tieteelliseen tutkimukseen kuin tohtoriopintojen ohjauksen laatuun (Suomen Akatemia, 2006b). Arviointiraportti kiinnittää huomiota myös tohtoriopintojen hitauteen ja korkeaan väittelyikään. Arvioinnin mukaan valtaosa energiatekniikan alan tutkijoista saa ensisijaisen rahoituksensa lyhytaikaisista projekteista. Tutkijauran suotuisan edistymisen kannalta kyseinen rahoitusmalli ei ole kestävällä pohjalla. Sekä senioritutkijoiden puute että tohtoriopintojen hitaus ovat pääasiallisesti seurausta vallitsevasta rahoitusmallista.

Tutkijakoulut ovat osoittautuneet tehokkaaksi keinoksi nopeuttaa tohtoriopintoja energiatekniikan alalla. Toimikunnan mielestä energiatekniikan tutkijakoulupaikkoja on tällä hetkellä liian vähän alan todelliseen tarpeeseen nähden. Energiatekniikan alalla toimii yksi opetusministeriön tutkijakoulu, jossa on 10 tutkijakoulupaikkaa ja kirjoilla yhteensä 50 päätoimista väitöskirjatyöntekijää. Lisäksi kemianteekniikan tutkijakoulun sekä sähköenergiatekniikan tutkijakoulun aihepiiriin kuuluu osittain energiatekniikka.

### Vahvuudet

- Suomessa on kansainvälisen tason tutkimusryhmiä poltto-, sähkövoima- ja ydinvoimatekniikassa
- Järjestelmä- ja teknologiaosaaminen on korkeatasoista
- Pohjoismaissa ja Suomessa on monipuolinen tuotantopohja (laaja polttoaine- ja teknologiavalikoima)
- Tutkimusyksiköiden ja teollisuuden välinen yhteistyö toimii erinomaisesti



## Heikkoudet

- Perustutkimusta tehdään vähän suhteessa sovelta-vaan tutkimukseen
- Alalla on vähän senioritutkijoita
- Tohtorikoulutus on liian hidasta
- Tutkimuksen koordinointi yliopistojen ja VTT:n välillä on puutteellista
- Tutkijoiden liikkuvuus kansainvälisellä tasolla on vähäistä

## Mahdollisuudet

- Energiatekniikan osaamisella on keskeinen rooli ilmastonmuutoksen torjunnassa
- Energiatekniikan alan eurooppalaiset tieteen suurhankkeet avaavat uusia tutkimusmahdollisuuksia
- Tutkimusyhteistyö lisääntyy yliopistojen, tutkimuslaitosten ja eri tieteenalojen tutkijoiden välillä
- Tutkijakoulutoimintaa laajennetaan alan tarvetta vastaavaksi
- Pitkäjänteisellä tutkimuksella on selkeä rooli alan strategisen huippuosaamisen keskittymän tutkimusportfoliossa

## Uhat

- Julkisen energiatutkimuksen rahoitus kanavoituu pääosin strategisen huippuosaamisen keskittymän kautta, eikä tieteellisellä perustutkimuksella ole merkittävää osuutta
- Ydinvoimatutkimus ja erityisesti -opetus jäävät vähäiseksi
- Lahjakkaat nuoret eivät lähde opiskelemaan energiatekniikkaa

## Suosituksukset

- Perustutkimusta sekä kansainvälistä liikkuvuutta ja yhteistyötä on lisättävä.
- Ydinvoimatekniikan perustutkimukseen tulee panostaa oikeassa suhteessa alan tärkeyteen Suomen energiatuotannossa.
- Tutkimustoimintaa on keskitettävä nykyistä suurempiin yksiköihin, mikä mahdollistaa monialaisen tutkimustyön toteuttamisen ja laadukkaan infrastruktuurin ylläpidon.
- Energiatekniikan alan tutkijakoulupaikkoja on lisättävä.

## Kone- ja valmistustekniikka

Kone- ja metallituotealan sekä metallien jalostuksen tutkimusta tehdään Suomessa neljässä yliopistossa sekä Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa. Kolmessa yliopistossa on hiljattain toteutettu mittava organisaatiouudistus laitosten ja tiedekuntien yhdistämiseksi. Opetusministeriön tukemia tutkijakouluja toimii alalla viisi (teknillisen mekaniikan kansallinen tutkijakoulu, laskennallisen virtausdynamiikan tutkijakoulu, uusien materiaalien ja prosessien tutkijakoulu, Graduate School in Concurrent Mechanical Engineering ja paperinvalmistusteknologian laiterakennuksen ja paperikoneautomaation tutkijakoulu).

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta toteutti vuonna 2008 konetekniikan tutkimuksen arvioinnin, jossa konetekniikan ja sen osa-alueiden tutkimuksen laatua verrattiin alan kansainväliseen tasoon (Suomen Akatemia, 2008). Asian tuntijoiden mukaan alalla on maailmanluokan huippututkimusta ja vahvaa kansallista osaamista. Toisaalta tunnistettiin yksiköitä, joissa motivaatio ja uudet tutkimusideat olivat vähissä henkilökunnan ikärakenteen ja yliopiston lyhytjänteisen palkkauspolitiikan takia. Joissakin yksiköissä runsas perusopiskelijoiden opetus vie voimavarat tutkimukselta. Pitkäjänteinen perustutkimus kärsii siellä, missä tehdään runsaasti lyhyitä teollisuuden rahoittamia tuotekehitysprojekteja. Julkaisutuotanto tieteellisissä lehdissä on muihin maihin verrattuna vähäisempää. Huolestuttava seikka on myös tutkimuksen ja tohtoritutkinnon arvostuksen puute.

Metallituotteiden ja koneenrakennuksen alalla toimii strategisen huippuosaamisen keskittymä MeKo-SHOK, jonka operatiivista toimintaa varten perustettiin vuonna 2008 yritys FIMECC Oy. FIMECC Oy:n tavoitteena on tukea dynaamista ja vuorovaikutteista tutkimusta. Sen tutkimusalueet ovat palveluliiketoiminta, käyttäjäkokemus, globaalit verkostot, älykkäät ratkaisut ja läpimurtomateriaalit. FIMECC Oy:n haasteena on tukea myös pitkäjänteistä perustutkimusta ja houkutella lupaavimmat opiskelijat kehittämään tuoreita ajatuksia.

## Vahvuudet

- Koneautomaatio- ja säätötekniikan, mekatroniikan sekä materiaalitekniikan teknologiaosaaminen on korkeatasoista
- Yhteistyö tutkimusyksiköiden ja teollisuuden välillä toimii erinomaisesti
- Useat suomalaiset kone- ja metalliteollisuuden yritykset ovat oman alansa markkinajohtajia

## Heikkoudet

- Tutkimuksen uudistuminen on ollut hidasta ja perustutkimuksen uusia avauksia on vähän
- Alalla on vähän tohtoritasoisia tutkijoita
- Tieteellinen julkaisu-toiminta on vähäistä
- Tohtorikoulutus on liian hidasta ja väittelyikä on korkea
- Poikkitieteellistä tutkimusta tehdään vähän

## Mahdollisuudet

- Alan tohtorikoulutus kasvaa ja tutkijakoulut laajenevat
- Yhteistyö lisääntyy elektroniikan, tietotekniikan, materiaalitekniikan, energiatekniikan ja perusluonnontieteiden kanssa monitieteellisen kone-tekniikan tutkimuksen aikaansaamiseksi
- Pitkäjänteinen tutkimus on edustettuna alan strategisen huippuosaamisen keskittymässä
- Tutkijoiden kansainvälinen liikkuvuus lisääntyy
- Kansainvälistä tutkimusrahoitusta hyödynnetään tehokkaammin

## Uhat

- Valtion tuottavuusohjelma vähentää avustavan henkilökunnan määrää yliopistoissa
- Alalle ei löydy riittävästi uusia tutkijoita
- Koneteollisuuden kilpailukyky hiipuu Suomessa
- Koneteollisuuden alan tutkimus siirtyy Suomesta ulkomaille yritysten omistuksen kansainvälisyydessä

## Suosituksukset

- Tutkimuksen painopistettä on siirrettävä soveltavasta tutkimuksesta perustutkimukseen.
- Tutkijakouluihin ja muutoinkin tohtorikoulutukseen on panostettava enemmän.
- Julkaisemista on lisättävä etenkin tieteellisissä lehdissä.

- Tutkimusryhmien keskinäistä yhteistyötä on lisättävä.
- Tieteidenvälistä yhteistyötä on lisättävä erityisesti perusluonnontieteiden, tietotekniikan, elektroniikan ja energia-alan tutkijoiden kanssa.

## Prosessitekniikka

Prosessitekniikan tutkimusta tehdään kemian tekniikan, puunjalostus- ja paperitekniikan, metallurgian, materiaalitekniikan, polttoaine- ja energiatekniikan sekä elintarvike- ja biotekniikan aloilla toimivissa tutkimusryhmissä viidessä yliopistossa. Prosessitekniikan tutkimus kytkeytyy laajalti sellu- ja paperiteollisuuteen, öljynjalostus- ja petrokemianteollisuuteen, peruskemianteollisuuteen, metallurgiseen teollisuuteen, elintarvike- ja lääkeaineteollisuuteen sekä hieno- ja erikoiskemikaaliteollisuuteen. Prosessitekniikan tutkimuksen erityinen vahvuus on yliopistojen ja teollisuuden laaja ja toimiva yhteistyö.

Prosessiteollisuus on työllistänyt tohtoreita hyvin, jopa niin hyvin että alan tutkijatohtoreista on pulaa yliopistoissa. Tohtorikoulutus on laadukasta ja tehokasta. Alalla toimii yksi valtakunnallinen tutkijakoulu, kemiantekniikan tutkijakoulu, josta on vuosien 1995–2007 aikana valmistunut yhteensä jo yli 100 tohtoria.

Prosessitekniikan tutkimus on suurelta osin kokeellista tutkimusta. Laitteiden yhteiskäyttö on alalla vähäistä ja Suomesta puuttuvat tällä hetkellä vakiintuneet rahoitusmekanismit tutkimusinfrastruktuurien ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Kansallisen laiterakisterin luominen tehostaisi laitteiden käyttöä ja edesauttaisi laadukkaamman laitekannan hankintaa. Laitteiden inventointi kansallisesti, yhteiskäyttö, tai muu sellainen tuottaisi lisäarvoa ja sillä olisi muun muassa yhteishankkeita edistävä vaikutus.

Suomalaisen koulutuksen sopeuttaminen Bolognan prosessin tuomiin haasteisiin on suuri. Prosessitekniikassa kandidaatin tutkintoa tulee kehittää laaja-alaiseksi yhteismitalliseksi tutkinnoksi, jonka tavoitteena on vahva prosessitekniikan ilmiöiden ja yksikköoperaatioiden sekä luonnontieteiden perusosaaminen.

Prosessitekniikan tutkimuksen vaikuttavuus on merkittävä. Alan teollisuus edellyttää prosessiosaa-

mista ja lisäksi Suomessa on vahvoja laiteyrityksiä. Tutkimuksen tuloksena tuotannon tehokuutta on pystytty nostamaan ja ympäristövaikutuksia pienentämään. Puunjalostuspuolella Suomi on edelleen johtava maa. Vahva prosessiasiantuntemus on jopa houkuttellut kansainvälisten yritysten tutkimus- ja muuta toimintaa Suomeen, vaikka elinkeinoelämä on käynnissä rakennemuutos, jossa suomalaiset yritykset siirtävät tutkimus- ja kehittämistyötä ulkomaille.

### Vahvuudet

- Suomella on merkittävä kansainvälinen status ja asema valituilla aloilla (mm. metsäalaaan liittyvä kemiantekniikka, bioenergia, polttotekniikka)
- Alan tohtorikoulutus on laadukasta, ja tutkijakoulujärjestelmä on tehostanut sitä entisestään
- Yliopistojen ja teollisuuden välinen yhteistyö toimii hyvin

### Heikkoudet

- Alalla on liian vähän vapaata innovatiivista tutkimusta, ja perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen rahoituksen väärästynyt suhde ohjaa tutkijoita lyhytjänteiseen, tieteellisesti riskittömään tutkimukseen
- Alan tutkimusryhmät ovat pieniä ja tutkimusta tehdään pieninä, irrallisina projekteina
- Tutkimusyhteistyö yliopistojen sisällä on vähäistä

### Mahdollisuudet

- Kestävä kehitys edellyttää prosessitekniikan vahvaa osaamista
- Kemianteknistä ja prosessiteknistä osaamista sovelletaan perinteisten teollisuusalojen (kemikaalivalmistus, metallurgia, metsäteollisuus) ulkopuolella, esimerkiksi farmasiassa ja elintarviketeknologiassa
- Hyviä olemassa olevia kansainvälisiä verkostoja hyödynnetään tehokkaammin
- Perustieteiden (kemian, fysiikka) ja prosessitekniikan vuorovaikutus syventyy entisestään

### Uhat

- Prosessitekniikan imago ei innosta nuoria alalle
- Perusosaaminen katoaa tutkijoiden keskittyessä soveltavaan tutkimukseen

- Laitekannan vanheneminen heikentää kokeellisen tutkimustyön mahdollisuuksia
- Teollisuuden tutkimus- ja kehittämistoiminta siirtyy ulkomaille

### Suosituks

- Laitteiden yhteiskäytön tehostamiseksi on luotava kansallinen laiterekisteri.
- Perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen rahoituksen suhdetta tulee muuttaa. Perustutkimuksen asema on turvattava.
- Prosessitekniikan kandidaatintutkintoa tulee kehittää laaja-alaiseksi yhteismitalliseksi tutkinnoksi, jonka tavoitteena on vahva prosessitekniikan ilmiöiden ja yksikköoperaatioiden sekä luonnontieteiden perusosaaminen.
- Yliopistojen välistä yhteistyötä opetuksen toteutuksessa tulee lisätä. Peruskurssit tulee hoitaa paikallisesti, syventävät kurssit kansallisesti laajemmin.

### Puunjalostustekniikka

Suomalainen metsäteollisuus on perinteisesti panostanut hyvin pienen osan liikevaihdostaan tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Alalla käynnissä olevan rakennuudistuksen onnistuminen edellyttää uusia tuotteita ja ratkaisuja, mikä näyttää vahvistavan tutkimuksen roolia keskeisenä menestyksen taustatekijänä. Vuonna 2006 julkistettiin metsäteollisuuden yhdessä määrittelemä tutkimusstrategia (Metsäteollisuus ry, 2006), vuonna 2007 käynnistyi alan strategisen huippuosaamisen keskittymä Metsäklusteri Oy ja alkuvuodesta 2008 toimintansa aloitti Suomen Nanoselluloosakeskus tavoitteenaan luoda selluloosalta uusia käyttömahdollisuuksia raaka-aineena ja materiaalina.

Perinteinen kuitu- ja sahateollisuus ovat tuotannollisesti vielä avainasemassa, mutta tulevaisuuden toiminta edellyttää entistä enemmän suuntautumista kemian teollisuuden ja energiatuotannon alueille. Haasteellisia tutkimuskokonaisuuksia tarjoavat puuta monipuolisesti hyödyntävät biojalostamot, älykkäät puu- ja kuitutuotteet, puun energiakäyttö ja kemian tuotteet sekä nanoselluloosa. Tieteelliset läpimurrot edellä mainituilla aihealueilla edellyttävät laadukkaiden poikkiteollisten tutkimusverkostojen syntymistä ja kärsivällistä, pitkäjänteistä tutkimusrahoitusta.

Poikkitieteellisten tutkimusverkostojen luomiseksi luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta suuntasi vuonna 2007 kaksi miljoonaa euroa metsäklusterin kilpailukykyä tukevaan innovatiiviseen perustutkimukseen. Rahoituksen suunnittamisen aihealueena oli metsäteollisuuden älykkäät tuotteet ja prosessit. Rahoitusta myönnettiin ainoastaan monitieteisille konsortioille, joissa toinen osapuoli oli metsäteollisuusalan tutkija ja toinen/toiset muulta tutkimusalalta, kuten tietotekniikasta, fysiikasta, kemiasta, automaatiotekniikasta, elektronikasta tai konetekniikasta. Vuoden 2008 alussa käynnistyneissä hankkeissa oli mukana yhteensä 12 tutkimusryhmää ja kuusi tutkimusorganisaatiota.

Vuoden 2009 alussa metsäteollisuuden alalla toimi vain yksi tutkijakoulu. Alan poikkitieteellisuuden vuoksi tutkijakoulutoiminnan laajentamiselle on selkeä tarve. Suomen metsäteollisuuden menestyksen kannalta on keskeistä, että alalle kyetään houkuttelemaan nuoria lupaavia opiskelijoita, joista kasvaa tulevaisuuden huippuosaajia.

### Vahvuudet

- Tutkimusorganisaatioiden ja elinkeinoelämän yhteistyö on kiinteää
- Soveltavan tutkimuksen osaamisessa on vahvat perinteet
- Metsäalan koulutus on laajaa ja monipuolista

### Heikkoudet

- Tutkimuksessa painopiste on soveltavassa tutkimuksessa
- Tieteellisen tutkimuksen traditio on alhainen ja tieteellinen julkaisutoiminta on muutamia tutkimusyksiköitä lukuun ottamatta lähes olematonta
- Tutkijanuraa tukevat rakenteet puuttuvat, minkä vuoksi hyviä tutkijoita voi olla vaikea saada pysymään yliopistoissa

### Mahdollisuudet

- Poikkitieteellisen tutkimuksen myötä alan tutkimustraditio alkaa vahvistua
- Perustutkimuksen asema vahvistuu metsäalan strategisen huippuosaamisen keskittymässä
- Vuonna 2008 alkaneen taantuman myötä lupaavia nuoria jää yliopistoille ja suorittamaan jatko-opintoja

- Uusiutuva puuraaka-aine innostaa uusien innovatiivisten tuotteiden kehittämiseen, mikä edellyttää vankkaa perustutkimuksen osaamis pohjaa

### Uhat

- Metsäteollisuuden heikot näkymät karkottavat parhaan opiskelija-aineksen
- Metsäsektori ei lisää tutkimus- ja kehittämisspansustaan odotusten mukaisesti
- Teollisuuden tutkimus- ja kehittämistoiminta siirtyy ulkomaille

### Suosituks

- Poikkitieteellistä tohtorikoulutusta on vahvistettava.
- Kansallista tutkimusyhteistyötä on tehostettava.
- Kansainvälistä poikkitieteellistä yhteistyötä on lisättävä.
- Pitkäjänteistä perustutkimuksellista rahoitusta on kasvatettava.

### Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka sekä arkkitehtuuri

Rakennetulla ympäristöllä on suuri kansantaloudellinen merkitys. Lähes kolme neljäsosaa kansallisvarallisuudestamme on sidottu rakennuksiin, väyliin ja verkostoihin. Yhteiskunnan kilpailukykyyn ja kestävä kehityksen kannalta ala on keskeinen ja sen tutkimushaasteet ovat ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja toisaalta ilmastonmuutokseen sopeutumisen takia erityisen ajankohtaiset.

Teknillisissä yliopistoissa rakennus- ja yhdyskuntatekniikan sekä arkkitehtuurin laitoksilla tutkimushenkilökuntaa on vähän ja tutkimusresurssit ovat vähäiset. Vain osassa tutkimusyksiköitä tehdään tieteellistä perustutkimusta ja kansainvälisiä referoituja julkaisuja. Alan yliopistojen tutkimusryhmien rakenne ei tue tasapainoista tutkimusosaamisen kehittymistä. Yksiköt ovat sekä pieniä että hajanaisia ja usein tutkijatohtorit puuttuvat. Tämä näkyy myös Akatemialle jätettyjen tutkijatohtorin projektien ja akatemiatutkijan virkojen hakemusten alhaisista määristä. Vuosina 2004–2008 rakennus- ja yhdyskuntatekniikan sekä arkkitehtuurin alojen tutkijatohtorihakemuksia on ollut yhteensä 12 ja akatemiatutkijan virkahakemuksia 10. Alan tieteelli-

sen tutkimuksen tilan edistämiseksi tarvitaan tohtorintutkimuksen jälkeistä tutkijanuraa tukevia rakenteita, kuten esimerkiksi budjettirahoitteisia paikkoja tutkijatohtoreille.

Alan tohtoreille on tarvetta niin yliopistoissa kuin elinkeinoelämässä. Varsinkin kansainvälistyvässä rakennus- ja kiinteistömarkkinoilla toimivissa yrityksissä arvostetaan tohtorikoulutusta. Alan tohtorintutkimusten määrä on viime vuosina ollut lievässä nousussa (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, 2008). Alalla toimii kaksi opetusministeriön valtakunnallista tutkijakoulua, joiden myötä tohtorikoulutus on nopeutunut ja ammattimaistunut. Myös luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta on osaltaan pyrkinyt edistämään alan tohtorintutkimusten syntymistä.

Julkista tutkimusrahoitusta on vähennetty ministeriöltä ja valtion virastoilta, jotka ovat ohjausvastuussa siitä, että maamme rakennuskanta ja infrastruktuuri sekä niiden ylläpito on korkeatasoista ja tehokasta. Näillä valtionhallinnon tahoilla tulee olla riittävät resurssit teettää pitkäjänteistä tutkimusta, jotta tarvittava osaaminen pystytään ylläpitämään yhteiskunnallisesti tärkeillä alueilla. Tekesin ja Suomen Akatemian rahoitus on kilpailtua eivätkä niiden tutkimus- ja tiedepoliittiset tavoitteet välttämättä tue rakennetun ympäristön hallinnon alan tarpeita.

Alan tutkimusrahoitus on useimmiten lyhytkestoisista ja painottuu soveltavaan tutkimukseen sekä käytännön ongelmanratkaisuihin. Yhteistyö tutkimusyksiköiden ja elinkeinoelämän kanssa on ollut toimivaa soveltavaa tutkimusta tehtäessä, mutta yritykset eivät ole nähneet perustutkimuksen hyötyjä alan kehittämisessä. Koska elinkeinoelämä on laajasti sitoutunut rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymän käynnistämiseen, vaikuttaa siltä, että alan suhtautuminen perustutkimukseen olisi muuttumassa.

### Vahvuudet

- Nuoria, hyviä opiskelijoita hakeutuu alalle
- Yhteistyö eri toimijoiden välillä ja yli klusterirajojen on toimivaa
- VTT:llä on hyvät kansainväliset verkostot ja laajojen EU-hankkeiden koordinoitiosuamista
- Soveltavan tutkimuksen osaamisella on luotu innovatiivisia käytännön ratkaisuja

### Heikkoudet

- Perusrahoituksen niukkuuden vuoksi opetukseen saati tutkimukseen ei riitä kaikkialla resursseja
- Perustutkimusta tehdään vähän, eikä pitkäjänteistä rahoitusta ole
- Tieteellisen tutkimuksen traditio puuttuu ja kansainvälinen julkaisutoiminta on vähäistä
- Alalla on vähän tutkijatohtoreita

### Mahdollisuudet

- Ala on yhteiskunnan kilpailukyvyyn ja kestäväan kehityksen kannalta keskeinen, ja sen tutkimushaasteet ovat tärkeitä ja ajankohtaiset
- Tohtorikoulutus ammattimaistuu tutkijakoulujen avulla
- Tutkijoiden liikkuvuus lisää kansainvälistä ja kansallista yhteistyötä ja yhteisjulkaisuja
- Rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymän perustaminen vuonna 2009 osoittaa alan elinkeinoelämän halua panostaa tutkimukseen

### Uhat

- Heikko resurssitilanne, professuurien lakkauttaminen ja infrastruktuurin vanheneminen näivetävät orastavan tutkimuskulttuurin ja perusopetuksenkin laatu kärsii
- Julkisen tutkimusrahoituksen vähentäminen ministeriöltä ja valtion virastoilta heikentää tutkimusosaamista yhteiskunnallisesti merkittävillä osaamisalueilla

### Suosituks

- Alan perusrahoitusta on lisättävä, jotta perustoiminnot saadaan hoidettua ilman ulkopuolista rahoitusta.
- Henkilöstö- ja hallintorakennetta on kehitettävä siten, että henkilöresursseja saadaan vähennettyä hallintotehtävistä ja lisättyä tutkimustehtäviin esimerkiksi perustamalla budjettirahoitteisia paikkoja tutkijatohtoreille.
- Professuurien opetusaloja määriteltäessä on huomioitava yhteiskunnan muutosten aiheuttamat uudet tarpeet.
- Alan tieteellisen tutkimuksen kulttuuria on vahvistettava pitämällä professoreiden ja tutkimushenkilökunnan rekrytoinnissa keskeisenä kriteerinä tieteellisen toiminnan laatu.

## Sähkötekniikka ja elektroniikka

Sähkötekniikan merkitys on viime vuosina kasvanut ja siitä on tullut monen toimialan keskeistä osaamista. Ala on kehittynyt nopeasti ja teknologioiden kirjo on nykyään huomattava. Elektroniikka ja automaatio sulautuvat tuotteisiin ja niiden vaikutukset näkyvät kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla. Sähkötekniikan tutkimushaasteet ovat poikkeittieteellisiä ja eri alojen välinen yhteistyö nousee yhä tärkeämmäksi. Sähkötekniikan kehityksen kannalta tämä on ongelmallista, koska tutkimusta tehdään enenevässä määrin muiden alojen lähtökohdista ja sähkötekniikka usein nähdään vain aputekniikoiden tarjoajana.

Sähköenergiatekniikka on suurimmassa muutoskassaan aikoihin. Keskitetystä energiatuotannosta ollaan siirtymässä hajautettuun energiatuotantoon, jossa kulutusta ohjataan reaaliaikaisesti. Energianmuunto- ja käyttöprosessien energiatehokkuus on keskeisessä roolissa päästöjen vähentämisessä. Älykkäisiin energijärjestelmiin ja energiatehokkuuden parantamiseen on globaali tarve ja poliittinen vaade. ICT-teknologia, paikallinen äly ja tehoelektroniikka antavat tähän muutokseen mahdollisuudet. Useita tutkimushaasteita on kuitenkin ratkaistava, ennen kuin siirtyminen hajautettuun energiatuotantoon on kustannustehokasta.

Laiteintensiivisyys on ominaista eräille sähkötekniikan aloille. Pelkkä simulointi ei ole riittävää ja infrastruktuurit ovat joillakin aloilla välttämättömiä kokeelliselle tutkimukselle. Yliopistojen tulee lisätä infrastruktuurien kehittämisessä ja käytössä syvempiä, joustavampia ja konkreettisempia yhteistyömuotoja keskenään sekä VTT:n kanssa. Eurooppalaisia infrastruktuureita tulee hyödyntää tehokkaammin ja kannustaa tutkijoita pidempiaikaisiin vierailuihin.

Suomessa alalla on vain muutama kansainvälisessä vertailussa erittäin korkeatasoinen tutkimusryhmä. Hyvistä ryhmistä vain harva on pystynyt kasvamaan isoksi. Koska Suomessa ei voida tutkia ja osata laaja-alaisesti kaikkea, tarvitaan tutkimustoiminnassa tiukkaa fokusta ja kansainvälinen yhteistyö on välttämätöntä. Tutkimustoiminnan laatua voidaan kehittää perustutkimusta vahvistamalla, keskittämällä resursointia suurempiin tutkimusyksis-

köihin, lisäämällä kansainvälisten tutkimushankkeiden määrää ja tutkijoiden liikkuvuutta.

Sähkötekniikan alalta valmistuu yhä enemmän tohtoreita ja alan väitöskirjojen suhteellinen osuus valtakunnallisesti on kasvanut. Väitöskirjojen taso on kansainvälisessä vertailussa hyvä, vaikka hajonta onkin viime vuosina lisääntynyt. Tasovaihtelut selittyvät osin sillä, että väitöskirjat syntyvät usein projekteissa, joissa tyypillisesti on erilaisia reuna-ehdoja. Alan tohtorien ja tohtorikoulutettavien liikkuvuus kotimaassa tai ulkomaille on huolestuttavan vähäistä. Sähkötekniikan tohtorit työllistyvät erittäin hyvin.

### Vahvuudet

- Alalla on vahvoja tutkimusryhmiä ja osaamisalueita
- Perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen vuorovaikutus toimii hyvin
- Tutkimusryhmät pystyvät joustavasti yhdistämään eri rahoituslähteitä
- Alan vahva teollisuus työllistää sähkötekniikan tohtoreita erinomaisesti
- Perus- ja tohtorikoulutus on korkeatasoista

### Heikkoudet

- Perusrahoitusta ja pitkäaikaista tutkimusrahoitusta on vähän
- Ala on menestynyt keskimääräistä heikommin Suomen Akatemian tutkijatohtorihauissa
- Kansainvälisiä yhteishankkeita ja EU-rahoitusta on vähän
- Osaaminen on kapeaa ja keskittynyt muutaman vahvan keskuksen ja ryhmän ympärille
- Tutkijoiden liikkuvuus on vähäistä

### Mahdollisuudet

- Kansainvälistä yhteistyötä lisätään ja kehitetään järjestelmällisesti
- Alan tutkimusosaamista hyödynnetään laajemmin esimerkiksi energia-, kone- ja prosessitekniikan ja hyvinvointiklusterien alueilla
- Strategisen huippuosaamisen keskittymät lisäävät elinkeinoelämän ja tutkimusorganisaatioiden yhteistyötä
- Alalla on keskeinen rooli kestävä kehityksen mahdollistajana

## Uhat

- Lyhytjänteinen rahoitus johtaa tutkimuksen tason heikkenemiseen
- Sähkötekniikan opiskelu ja tutkijanura kiinnostavat entistä vähemmän
- Epäsymmetrinen aivovirta vie osajia pois Suomesta
- Teollisuuden tuotekehitys siirtyy pois Suomesta

## Suosituksukset

- Korkeatasoisen perustutkimuksen rahoitus on turvattava.
- Tohtorikoulutuksen opiskelija-ohjaajasuhdetta on parannettava esimerkiksi tutkijatohtoreiden osuutta lisäämällä.
- EU- ja Eureka-hankkeisiin osallistumista tulee lisätä.
- Eurooppalaisia infrastruktuureita tulee hyödyntää tehokkaammin.
- Suomessa tulisi siirtyä yhä enenemässä määrin komponenttiosaamisen puolelta järjestelmänhaldinnan puolelle.

## Tietojenkäsittelytieteet

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan vuonna 2007 toteuttamassa kansainvälisessä tieteenala-arvioinnissa (Suomen Akatemia, 2007b) todettiin Suomen tietojenkäsittelytieteiden erityisiksi vahvuusalueiksi tiedon louhinta, koneoppiminen ja jokapaikan tietotekniikka (ubicomp). Myös uudet nousevat monitieteiset alat, kuten bioinformatiikka, laskennallinen biologia ja bioinformaatioteknologia, ovat kehittyneet merkittävästi. Ohjelmistotekniikassa ja tietoliikennetekniikassa suomalainen tutkimus on jo sinänsä korkealla tasolla, mutta tiiviimpi yhteistyö maailman johtavien tutkimusryhmien kanssa nostaisi suomalaisen tutkimuksen vaikuttavuutta.

Monilla tietojenkäsittelytieteiden osa-alueilla tutkimuksen näkyvyys ei ole niiden korkean tason edellyttämällä tasolla. Tämä saattaa johtua puutteellisesta kansainvälisestä liikkuvuudesta ja siitä, että ryhmiltä puuttuu julkaisustrategia eivätkä tutkijat panosta alan tärkeimpiin julkaisufoorumeihin. Toisaalta monet alan tärkeistä konferensseista eivät saa riittävästi arvostusta eikä niitä huomioida arvioin-

neissa riittävällä painoarvolla. Joidenkin alojen tutkimuksen näkymättömyys saattaa myös johtua siitä, että tutkimusta tehdään paljon soveltavissa tutkimusprojekteissa yrityspartnereiden kanssa, jolloin julkaiseminen ei ole keskeistä eikä aina edes mahdollista. Joskus taas monitieteisten projektien julkaisufoorumit eivät huomioi pohjalla olevaa tietoteknistä ongelmanratkaisua. Esimerkiksi koneoppimisen tutkimus voisi saada nykyistä vahvemman kansainvälisen aseman, jos se tekisi laajempaa yhteistyötä teoreettisen tietojenkäsittelytutkimuksen kanssa.

Tietojenkäsittelytieteiden rooli on usein olla ”aputieteen” asemassa. Tämä koskee erityisesti monitieteistä tutkimusta, jossa päähuomio on jollain muulla tieteenalalla, mutta jonka menetelmät perustuvat tietotekniikan hyödyntämiseen. Tämä tuo tietojenkäsittelyn aloille paljon uusia tutkimusongelmia ja nostaa alan merkitystä jatkuvasti. Ydinalueen osaaminen kuitenkin voi kadota muiden tieteenalojen tarpeiden takia, mikä pitkällä aikavälillä on haitaksi alan kehitykselle. Tämän vuoksi perustutkimuksen korkea taso on turvattava. Suomessa tietojenkäsittelyn peruskoulutus on kuitenkin hyvää tasoa ja tarjoaa alan tutkijoille erinomaiset valmiudet.

Alalla on panostettu tohtorinkoulutukseen hyvin voimakkaasti viimeiset kymmenen vuotta. Tämä näkyikin tohtorintutkintojen määrän vahvana kasvuna ja väittelijöiden keski-ikäen alenemisena ja nuorentuneena tutkijakuntana. Valitettavasti moni nuori professori on joutunut heti virkaan astuttuaan vastaamaan laitoksen hallinnosta ja suuresta opetuskuormasta, jolloin oman ryhmän perustaminen on saattanut viivästyä. Professorien määrän kasvu alalla on kuitenkin tasaantumassa.

Suomessa IT-ala on vahvasti sidoksissa tietoliikenteeseen ja sen ympärillä olevaan elinkeinoelämään. Strategisen huippuosaamisen keskittymissä tietojenkäsittelytieteillä on ratkaiseva rooli. Aktiivinen vuorovaikutus elinkeinoelämän kanssa on hyödyksi alan tutkimukselle. Samalla perustutkimuksen on oltava korkeatasoista tarvittavilla osa-alueilla. Esimerkiksi ohjelmointikielten tutkimus on varsin vähäistä, vaikka sen olettaisi olevan IT-teollisuuden intresseissä. Toisaalta taas laajalla ja kehittyvällä ihmisen-kone-vuorovaikutuksen tutkimuksella (HCI) on Suomessa hyvä asema.

## Vahvuudet

- Tutkimuskenttä on monipuolinen ja riittävän fokusoitunut tietyille avainaloille
- Alalla tehdään läheistä yhteistyötä muiden tieteenalojen kanssa
- Tutkimuksella on hyvät yhteydet yritysmaailmaan ja muuhun yhteiskuntaan
- Alan perusinfrastruktuurin taso on hyvä

## Heikkoudet

- Tutkijat eivät panosta alan johtaviin kansainvälisiin kokouksiin osallistumiseen
- Liikkuvuus sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla on vähäistä
- Teoreettisen tietojenkäsittelytieteen (core computer science) osuus on suhteellisen pieni
- Jatko-opintojen suunnitelmallisuus ja väitöskirjojen ohjaus on joiltakin osin puutteellista

## Mahdollisuudet

- EU-rahoituksen tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntäminen kasvaa
- Naistutkijoiden osuus alalla lisääntyy
- ICT- ja muutkin SHOKit hyödyntävät tietojenkäsittelytieteiden korkeatasoista perustutkimusta

## Uhat

- Kansallinen tutkimusprofiili yksipuolistuu, jos monitieteisyyttä ja soveltavaa tutkimusta painotetaan tietojenkäsittelytieteiden perustutkimuksen kustannuksella
- Tutkimus ankkuroituu yhä vahvemmin elinkeinoelämän lyhytnäköisiin tarpeisiin, ja teoreettiselle perustutkimukselle jää vain rajoitettu rooli
- Alasta tulee liian sisäänlämpiävä puutteellisesta kansainvälisestä ja kansallisesta liikkuvuudesta johtuen
- Alan keskeisiä julkaisufoorumeita ei arvosteta tarpeeksi tai huomioida arvioinneissa

## Suosituks

- Liikkuvuutta on lisättävä kaikilla tasoilla kansallisesti ja kansainvälisesti. Suomeen on myös houkuteltava ja rekrytoitava ulkomaisia tutkijoita.
- Alan on laadittava julkaisustrategia ja kiinnitettävä enemmän huomiota julkaisufoorumeihin.
- Alan tulee itse tehdä ennakointityötä, jotta sen osa-alueet (teoreettinen vs. soveltava; tietojenkäsittelytieteen ydin vs. uudet monitieteiset alat) ovat terveessä tasapainossa.

## Tuotantotalous ja teollinen muotoilu

Tuotantotalouden ja teollisen muotoilun tutkimukselle on ominaista sovellusläheisyys. Perustutkimustraditio on verrattain lyhyt erityisesti muotoilun tutkimuksessa. Molemmille aloille on tunnusomaista myös tutkimusryhmien pieni koko. Aalto-yliopiston perustaminen koskettaa merkittävästi sekä tuotantotalouden että teollisen muotoilun aloja.

Tuotantotalous yhdistää insinööri-, käyttäyty- mis- ja kauppatieteet. Palveluliiketoiminta on nousut tuotantotalouden tärkeäksi aiheeksi aiemman tietämyksenhallinnan (knowledge management) rinnalle. Muita ajankohtaisia tutkimusaiheita ovat elin- kaarikustannusanalyysi, tuotteiden linkittäminen palveluihin, innovaatioprosessit, tuotantotiedon hallinnointi, palvelumuotoilu sekä toimintaympäristön tutkimus yrityksissä tutkimus- ja kehittämisympäristön sekä toimintatapojen kehittämisen kannalta. Suomalaisia tuotantotalouden tutkimuksen vahvuusalueita ovat palveluliiketoiminta, logistiikka, kustannushallinta ja teknologiajohtaminen. Alan julkaisutoiminta on kasvussa (ks. liite 3).

Teollisessa muotoilussa monitieteinen lähestymistapa yhdistyy tieteen ja taiteen vuoropuheluun. Muotoilu ei liity pelkästään tuotteen tekemiseen, vaan myös sen käyttämiseen ja käyttöliittymään. Nuorena tutkimusalana teollinen muotoilu kärsii



käsitteellisestä ja metodologisesta hajanaisuudesta. Alalla vallitsee rahoituksesta johtuva nopeasyklisyys, mikä helposti tuottaa pikemminkin asiantilojen kuvauksia kuin analyttisiä tutkimustuloksia. Työpajan osallistujien näkemyksen mukaan muotoilu tutkimusalana on nyt siinä vaiheessa, jossa tuotantotalous oli 15 vuotta aikaisemmin.

Molemmilla aloilla perustutkinto-opiskelijoiksi pyrkii runsaasti enemmän hakijoita kuin on opiskelupaikkoja, joten opiskelija-aines on hyvin valikoitunut. Tuotantotalouden valtakunnallinen tohtori-ohjelma on toiminut pitkään ja mukana ovat kaikki Suomen tuotantotalousyksiköt (TKK, LTY, TTY, OY, ÅA). Tuotantotalouden tohtorit sijoittuvat hyvin teollisuuteen ja moni työllistyy myös yrittäjänä. Teolliseen muotoiluun liittyy kolme tutkijakoulua, joissa on yhteensä 20 opetusministeriön rahoittamaa tutkijakoulupaikkaa. Toistaiseksi teollisen muotoilun opetusviroissa ei ole riittävästi väitelleitä henkilöitä, joten päteville yliopisto-opettajille on tarvetta.

### Vahvuudet

- Alat ovat suosittuja lahjakkaiden opiskelijoiden keskuudessa
- Suomessa on kansainvälisesti korkeatasoisia tuotantotalouden tutkimusryhmiä ja alan julkaisu-toiminta on kasvussa
- Teollisella muotoilulla on läheinen yhteys teknologiateollisuuden innovaatioihin ja markkinoihin

### Heikkoudet

- Tutkimusryhmät ovat pieniä ja huippututkimus kapeaa
- Tutkimukseen on vaikea saada pitkäjänteistä rahoitusta
- Muotoilun tutkimus on käsitteellisesti ja metodologisesti hajanaista
- Kansainvälinen yhteistyö painottuu liiaksi länsimaihin ja Aasian suuntaa on laiminlyöty

### Mahdollisuudet

- Käyttätymistieteiden, viestinnän, markkinoinnin sekä teknologian yhdistäminen avaa mahdollisuuksia suomalaisen palvelututkimuksen huippuosaamiselle
- Elinkeinoelämän ja yliopistojen välinen yhteistyö lisääntyy
- Muotoilun käytölle ja suomalaisen kilpailukyvyyn kasvattamiselle löytyy merkittävä ja valjastamaton potentiaali varsinkin pk-yrityksistä
- Suomella on mahdollisuus profiloitua ekologisen designin ja ekologisen ajattelun edelläkävijäksi

### Uhat

- Tuotantotalouden tutkijakoulupaikkojen määrä ei kasva
- Yritysmaailma houkuttelee lupaavimman opiskelija-aineksen pois akateemiselta uralta
- Muotoiluosaamista ei ymmärretä yritysten strategisella tasolla kilpailuetuna

### Suosituks

- On perustettava tutkijakoulu, joka yhdistää muotoilun ja tuotantotalouden.
- Tuotantotalouden tutkijakoulua tulee laajentaa palveluliiketoiminnan osa-alueelle.
- Palveluliiketoiminnan alueelle on perustettava uusia professuureja.
- Tutkimusryhmien kokoa on kasvatettava.
- Valtion rahoitusorganisaatioiden tulee huolehtia muotoilun tutkimuksen riittävästä resursoinnista.
- Tekesin on huomioitava yritysten tuotekehitys- ja innovaatorahoitusta myöntäessään muotoilulähtöisten tutkimusmenetelmien sisällyttäminen hankkeisiin.

# 5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Seuraavassa on esitetty luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan toimenpide-ehdotukset edustamiensa alojen tieteellisen tutkimuksen aseman, tutkimusinfrastruktuurien, tutkijanuran ja kouluopetuksen sekä tiedottamisen kehittämiseksi. Toimenpiteitä on kohdistettu valtiovallalle, opetusministeriölle, tutkimusorganisaatioille, tutkimusrahoittajille ja elinkeinoelämälle.

## 1. Pitkäjänteisen perustutkimuksen asema

- Suomalaista tutkimus- ja innovaatiojärjestelmää tulee kehittää siten, että pitkän aikavälin perustutkimuksen julkista tutkimusrahoitusta vahvistetaan.
- Yliopistojen budjettirahoitusta tulee kehittää siten, että budjettirahoitus kattaa opetuskulut ja osan tutkimuskuluista.
- Akatemian on profiloitettava entistä selkeämmin pitkäjänteisen perustutkimuksen rahoittajana.
- Strategisen huippuosaamisen keskittymien toteuttamisessa haussa vähintään 20 prosenttia rahoituksesta tulee kohdistaa pitkän aikavälin tutkimushankkeisiin.

## 2. Tutkimusinfrastruktuurit

- Suuriin kansainvälisiin tutkimusinfrastruktuureihin osallistumisen keskeisenä kriteerinä tulee olla alan suomalaisen tutkimuksen korkea tieteellinen taso.
- Kansallisten tutkimusinfrastruktuurien rahoitustarpeita varten on vakiinnutettava järjestelmä, joka kattaa sekä laitteiden rakentamisesta että niiden ylläpidosta aiheutuvat kustannukset.
- Tutkimusorganisaatioiden budjettirahoituksen tulee kattaa paikallisten tutkimusinfrastruktuurien hankinta, ylläpito ja kehittäminen.

## 3. Tutkijanura

- Panostusta tohtorintutkimuksen jälkeisiin vaiheisiin tulee lisätä, jotta lahjakkaimmat yksilöt näkevät akateemisen tutkijanuran kilpailukykyisenä uravaihtoehtona.
- Yliopistojen tulee sitoutua lupaavimpiin tutkijoihin kilpailuun perustuvan tenure track -järjestelmän kautta.
- Tutkimusrahoittajien tulee käyttää kansainvälistä yhteistyötä ja liikkuvuutta läpäisevästi rahoituspäätösten kriteerinä.

## 4. Kouluopetus ja tiedottaminen

- Kouluopetusta on kehitettävä siten, että luonnontieteiden ja tekniikan alojen merkitys suurten yhteiskunnallisten ja globaalien haasteiden ratkaisijana tiedostetaan ja että alat innostavat lahjakkaita opiskelijoita.
- Akatemian tulee lisätä suurelle yleisölle suunnattua tiedottamista perustutkimuksen tuloksista.

## LÄHTEET

- Hautamäki, A. 2008. Kestävä innovointi. Sitran raportteja 76. <http://www.sitra.fi/julkaisut/raportti76.pdf?download>
- Hjelt, M., Ahonen P-P., Pessala P. 2009. Kansallisten tutkimuksen huippuyksikköohjelmien 2000–2005 ja 2002–2007 vaikuttavuusarviointi. Suomen Akatemian julkaisuja 1/09. [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/1\\_09\\_Huippuyksikk%C3%B6ohjelmat.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/1_09_Huippuyksikk%C3%B6ohjelmat.pdf)
- Lemola, T., Lehenkari, J., Kaukonen, E. & Timonen, J. 2008. Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit (VINDI). Suomen Akatemian julkaisuja 6/08. [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/06\\_08%20VINDI.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/06_08%20VINDI.pdf)
- Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta 2006. Toimikunnan vastuulla olevat kansainväliset infrastruktuurit. Kannanotto jatkotoimista. 2006.
- Metsäteollisuus ry 2006. Suomen metsäklusterin tutkimusstrategia. 2006. [http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/Tutkimus\\_painopisteet/Documents/Suomen%20mets%C3%A4klusterin%20tutkimusstrategia.pdf](http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/Tutkimus_painopisteet/Documents/Suomen%20mets%C3%A4klusterin%20tutkimusstrategia.pdf)
- Opetusministeriö 2007. Toimenpideohjelma tutkijankoulutuksen ja tutkijanuran kehittämiseksi vuosille 2007–2011. 2007. Opetusministeriön julkaisuja 2007:7. [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2007/Toimenpideohjelma\\_tutkijankoulutuksen\\_kehittamiseksi.html](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2007/Toimenpideohjelma_tutkijankoulutuksen_kehittamiseksi.html)
- Opetusministeriö 2008a. Koulutus ja tutkimus vuonna 2007–2012. Kehittämissuunnitelma. 2008. Opetusministeriön julkaisuja 2008:9. [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2008/Koulutus\\_ja\\_tutkimus\\_2007\\_2012\\_Kehittamissuunnitelma](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2008/Koulutus_ja_tutkimus_2007_2012_Kehittamissuunnitelma)
- Opetusministeriö 2008b. Neliportainen tutkijanura. 2008. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2008:15. [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2008/Neliportainen\\_tutkijanura.html](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2008/Neliportainen_tutkijanura.html)
- Opetusministeriö 2009. Kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurit. Nykytila ja tiekartta. Tiivistelmä ja suositukset. 2009. OPM:n julkaisuja 2009:3. [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2009/Kansallisen\\_tason\\_tutkimusinfrastruktuurit\\_Tiivistelma\\_ja\\_suosituks.html?lang=fi](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2009/Kansallisen_tason_tutkimusinfrastruktuurit_Tiivistelma_ja_suosituks.html?lang=fi)
- Suomen Akatemia 2004a. Rakennus- ja kiinteistöalan perustutkimuksen haasteet. Rakennusyhteistyöryhmän raportti. 2004. Suomen Akatemian julkaisuja 1/04. [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/1\\_04%20Rakennusyhteisty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20raportti.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/1_04%20Rakennusyhteisty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20raportti.pdf)
- Suomen Akatemia 2006a. Suomen Akatemian rahoittama luonnontieteiden ja tekniikan tutkimus: Arviointi hankkeiden vaikuttavuuksista. 2006. Suomen Akatemian julkaisuja 6/06. [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/6\\_06%20LT\\_n%20vaikuttavuusraportti.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/6_06%20LT_n%20vaikuttavuusraportti.pdf)
- Suomen Akatemia 2006b. Energy Research in Finland 1999–2005. International Evaluation. 2006. Publications of Academy of Finland 14/06. [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/14\\_06%20Energia-ala%20arviointi.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/14_06%20Energia-ala%20arviointi.pdf)
- Suomen Akatemia 2007a. Infrastruktuuriohjelma 2004. Vaikuttavuusraportti. 2007.
- Suomen Akatemia 2007b. Computer Science Research in Finland 2000–2006. International Evaluation. 2007. Publications of Academy of Finland 8/07. <http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/8.07%20Computer%20Scienceverkko.pdf>
- Suomen Akatemia 2008. Mechanical Engineering Research in Finland 2000–2007. Evaluation Report. 2008. Publications of Academy of Finland 5/08. [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/5\\_2008%20MechEngineering.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/5_2008%20MechEngineering.pdf)
- Suomen Akatemia 2009. Suomen Akatemian vuosikertomus 2008. <http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/Vuosikertomus%202008%20SUO.pdf>
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2008. Kiinteistö- ja rakentamisan alan koulutus- ja osaamisbarometri 2008. <http://www.ril.fi/web/index.php?id=700>
- Tiede- ja teknologianeuvosto 2004. Suomen tieteen ja teknologian kansainvälistäminen. Liite: Suuret kansainväliset tieteelliset infrastruktuurit: kansallisen käsittelyn periaatteet ja toimintatavat. 2004
- Tiede- ja teknologianeuvosto 2006a. Kilpailukykyiset tieteen ja teknologian strategisen huipputaustien keskittymät. 2006. Tiede- ja teknologianeuvoston erillisraportti. [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/tutkimus\\_ja\\_innovaationeuvosto/TTN/erillisraportit/liitteet/osaamiskeskittyma\\_Strategia\\_2006.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/tutkimus_ja_innovaationeuvosto/TTN/erillisraportit/liitteet/osaamiskeskittyma_Strategia_2006.pdf)
- Tiede- ja teknologianeuvosto 2006b. Kilpailukykyiset tieteen ja teknologian strategisen huipputaustien keskittymät. - Luku 7.: Kansallinen tutkimuksen infrastruktuuristrategia
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2008. Kansallinen innovaatiostrategia. 2008. [www.innovaatiostrategia.fi](http://www.innovaatiostrategia.fi)
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2009. Kansallinen avaruusstrategia 2009–2011 – periaatteet, tavoitteet ja toimenpiteet. 2009. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 11/2009. [http://www.tem.fi/julkaisut?C=91336&product\\_id=154](http://www.tem.fi/julkaisut?C=91336&product_id=154)
- Valtioneuvosto 2008. Valtioneuvoston innovaatiopoliittinen selonteko eduskunnalle. 2008. VNS 5/2008 vp. [http://www.tem.fi/files/20298/INNOPOL\\_SELONTEKO.pdf](http://www.tem.fi/files/20298/INNOPOL_SELONTEKO.pdf)
- Valtioneuvoston kanslia 2005. Hallituksen strategia-asiakirja 2005. Hallituksen poikkeukselliset politiikkaohjelmat ja politiikat. 2005. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 1/2005. <http://www.vnk.fi/julkaisut/listaus/julkaisu/fi.jsp?oid=130671>
- Vetenskapsrådet 2006. Hur mycket citeras svenska publikationer? Bibliometrisk översikt över Sveriges vetenskapliga publicering mellan 1982 och 2004. Vetenskapsrådets rapportserie 13:2006. <http://www.vr.se/download/18.5b5b80b310e317e3c0680001207/Bibliometrirapport>

## LIITE 1. LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN TUTKIMUKSEN TOIMIKUNNAN JÄRJESTÄMIEN TYÖPAJOJEN OSALLISTUJAT

Mika Aalto, Tekes  
Ilmari Absetz, Tekes  
Jouni Ahopelto, Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Kari Astala, Helsingin yliopisto  
Ruizhi Chen, Geodeettinen laitos  
Kalevi Ekman, Teknillinen korkeakoulu  
Eero Eloranta, Teknillinen korkeakoulu  
Ari Friberg, Teknillinen korkeakoulu  
Mats Gyllenberg, Helsingin yliopisto  
Henrik Haggren, Teknillinen korkeakoulu  
Simo-Pekka Hannula, Teknillinen korkeakoulu  
Ali Harlin, Tampereen teknillinen yliopisto  
Pekka Heikkinen, Helsingin yliopisto  
Pertti Heinonen, Tekes  
Helka-Liisa Hentilä, Oulun yliopisto  
Bjarne Holmbom, Åbo Akademi  
Juhani Huovelin, Helsingin yliopisto  
Mikko Hupa, Åbo Akademi  
Tuomas Häme, Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Keijo Hämäläinen, Helsingin yliopisto  
Göran Högnäs, Åbo Akademi  
Risto Ilmoniemi, Teknillinen korkeakoulu  
Ari Ivaska, Åbo Akademi  
Rauno Julin, Jyväskylän yliopisto  
Riitta Juvonen, Kemianteollisuus ry  
Kimmo Kanto, Tekes  
Juha Karhu, Helsingin yliopisto  
Juhani Karhumäki, Turun yliopisto  
Maarit Karppinen, Teknillinen korkeakoulu  
Tapio Katko, Tampereen teknillinen yliopisto  
Anu Kaukovirta-Norja, Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Esko Kauppinen, Teknillinen korkeakoulu  
Martti Kauranen, Tampereen teknillinen yliopisto

Matti Kokkala, Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Pekka Koskela, Jyväskylän yliopisto  
Jari Koskinen, Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Hannu Koskinen, Helsingin yliopisto  
Kari Koskinen, Teknillinen korkeakoulu  
Juha Kostamovaara, Oulun yliopisto  
Jari Kotilainen, Turun yliopisto  
Ilmo Kukkonen, Geologian tutkimuskeskus  
Markku Kulmala, Helsingin yliopisto  
Erkki Kyrölä, Ilmatieteen laitos  
Asta Kärkkäinen, Nokia Oyj  
Leo Laaksonen, Teknologiateollisuus ry  
Mauri Laasonen, Tampereen teknillinen yliopisto  
Ilpo Laine, Joensuun yliopisto  
Risto Laitinen, Oulun yliopisto  
Kauko Leiviskä, Oulun yliopisto  
Helge Lemmetyinen, Tampereen teknillinen yliopisto  
Toivo Lepistö, Tampereen teknillinen yliopisto  
Markku Leskelä, Helsingin yliopisto  
Jorma Luomi, Teknillinen korkeakoulu  
Harri Lönnberg, Turun yliopisto  
Matti Manninen, Jyväskylän yliopisto  
Reijo Markku, Design Reform Oy  
Karri Muinonen, Helsingin yliopisto  
Kalevi Mursula, Oulun yliopisto  
Mika Mänttari, Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Olavi Nevanlinna, Teknillinen korkeakoulu  
Risto Nieminen, Teknillinen korkeakoulu  
Kai Nordlund, Helsingin yliopisto  
Hannu Oja, Tampereen yliopisto  
Mikko Paalanen, Teknillinen korkeakoulu  
Nelli Paasikivi, Konecranes Oyj  
Jukka Pekkanen, Rakennusteollisuus RT ry

Terhi Pellinen, Teknillinen korkeakoulu  
Markku Peltoniemi, Teknillinen korkeakoulu  
Markus Pessa, Tampereen teknillinen yliopisto  
Matti Pietikäinen, Oulun yliopisto  
Markku Poutanen, Geodeettinen laitos  
Ari Pouttu, Oulun yliopisto  
Jari Puttonen, Teknillinen korkeakoulu  
Pekka Pyykkö, Helsingin yliopisto  
Lassi Päivärinta, Helsingin yliopisto  
Dan-Olof Riska, Fysiikan tutkimuslaitos  
Kari Rissanen, Jyväskylän yliopisto  
Jarl Rosenholm, Åbo Akademi  
Kari Rummukainen, Oulun yliopisto  
Jukka Saarinen, Nokia Oyj  
Jukka Seppälä, Teknillinen korkeakoulu  
Ritva Serimaa, Helsingin yliopisto  
Ari Sihvola, Teknillinen korkeakoulu  
Pauli Stigell, Tekes  
Kari Strand, Oulun yliopisto  
Ilkka Suni, Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Kalle-Antti Suominen, Turun yliopisto  
Helena Säteri, Ympäristöministeriö  
Antti Talvitie, Teknillinen korkeakoulu

Hannu Tenhunen, Turun yliopisto  
Kari Tilli, Tekes  
Markku Tuominen, Lappeenrannan teknillinen  
yliopisto  
Heikki Tuusa, Tampereen teknillinen yliopisto  
Päivi Törmä, Teknillinen korkeakoulu  
Minna Uotila, Lapin yliopisto  
Olavi Uusitalo, Tampereen teknillinen yliopisto  
Jukka Vanhala, Tampereen teknillinen yliopisto  
Ilpo Vattulainen, Tampereen teknillinen yliopisto  
Janne Viemerö, Tekes  
Kauko Viitanen, Teknillinen korkeakoulu  
Keijo Väänänen, Oulun yliopisto

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimi-  
kunta kiittää lisäksi seuraavia työpajojen ja SIGHT-  
raportin tausta-aineistoa toimittaneita henkilöitä:

Raimo Alén, Jyväskylän yliopisto  
Elja Arjas, Helsingin yliopisto  
Mark Hughes, Teknillinen korkeakoulu  
Tapio Majahalme, Tampereen teknillinen yliopisto  
Tapani Vuorinen, Teknillinen korkeakoulu

## LIITE 2. LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN TUTKIMUKSEN TOIMIKUNTA VUOSINA 2007–2009

Puheenjohtaja  
Professori Erkki Oja  
Teknillinen korkeakoulu

Professori Helena Aksela  
Oulun yliopisto

Professori Jaakko Astola  
Tampereen teknillinen yliopisto

Tutkimusprofessori Johanna Buchert  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Professori Hannu Hänninen  
Teknillinen korkeakoulu

Professori Timo Jääskeläinen  
Joensuun yliopisto

Professori Pertti Mattila  
Helsingin yliopisto

Professori Jarmo Partanen  
Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Tutkimusprofessori Tuija Pulkkinen  
Ilmatieteen laitos

Professori Kaisa Sere  
Åbo Akademi

Professori Pirjo Vainiotalo  
Joensuun yliopisto

Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen osion raportista on toimittanut tiedeasiantuntija Samuli Hemming luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen yksiköstä. Yksiköstä raportin valmisteluun ovat lisäksi osallistuneet tiedeasiantuntija Jan Bäckman, tiedeasiantuntija Sanna Carlsson, yksikön sihteeri Aila Hagelin, toimistosihteeri Soile Karppinen, johtava tiedeasiantuntija Juha Latikka, tiedeasiantuntija Maaria Lehtinen, yksikön johtaja Susan Linko, johtava tiedeasiantuntija Pentti Pulkkinen, johtava tiedeasiantuntija Ritva Taurio ja projektsihteeri Suvi Vilkki.

### LIITE 3. LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN ALOJEN JULKAISU- JA VIITTAUSMÄÄRIEN KEHITYS

Liitteen kuvioissa esitellään luonnontieteiden ja tekniikan alojen julkaisu- ja viittausmäärien kehitystä ja niiden suhdetta kansainväliseen tasoon. Julkaisu- ja viittausmäärät on laskettu käyttäen Ruotsin Vetenskapsrådetin kehittämää fraktionalisointimenetelmää, jossa sekä julkaisut että niiden saamat viittaukset on painotettu sen mukaan, kuinka suuri osa kunkin julkaisun kirjoittajista on tarkasteltavasta maasta (Vetenskapsrådet, 2006, ks. myös koko raportin liite 2, joka sisältää bibliometrisen aineiston ja menetelmien yksityiskohtaisen kuvauksen). Vetenskapsrådetin julkaisu- ja viittautustiedot pohjautuvat Thomson Reuters Science Citation Index Expanded -tietokantaan<sup>1</sup> (liitetaulukko 1). Maakohtainen jaottelu perustuu julkaisujen kirjoittajien osoitetietoihin. Jos jokin julkaisu luetaan kuuluvaksi kahteen tai useampaan tieteenalaan, sen saamat viittaukset jaetaan näiden alojen kesken. Kunkin julkaisun saama viittausmäärä on laskettu kolmen vuoden kuluttua julkaisuhetkestä. Vetenskapsrådetin käytämä fraktionalisointi aiheuttaa sen, etteivät liitteessä olevat kuvaajat ole täysin vertailtavissa aiemmissä Tieteen tila ja taso -raporteissa esitettyihin bibliometriin tarkasteluihin.

Ensimmäinen kuviosarja kuvaa luonnontieteiden ja tekniikan alojen suhteellisten impaktikerrointen kehitystä vuosina 1988–2007. Suhteellinen impaktikerroin on alan suomalaisten julkaisujen saamien viittausten määrä suhteessa alan keskimääräi-

seen viittausmäärään jaettuna alan suomalaisten julkaisujen määrällä. Jos Suomen suhteellinen impaktikerroin on jollain alalla yksi, viitataan alan suomalaisiin julkaisuihin yhtä usein kuin alan julkaisuihin keskimäärin. Kuvaajissa on käytetty kolmen vuoden liukuva keskiarvoa. Kuvioissa on Suomen lisäksi mukana Ruotsi, Sveitsi ja Yhdysvallat.

Toisessa kuviosarjassa tarkastellaan suomalaisten julkaisumäärien ja siteeratuimpien artikkelien osuuksien kehitystä. Pylväät kuvaavat kunkin alan suomalaisia julkaisumääriä. Viiva kertoo, mikä osuus alan suomalaisista julkaisuista kuuluu kansainvälisesti siteeratuimpaan viiden prosentin joukkoon alan julkaisuista. Sekä julkaisumäärien että siteeratuimmat julkaisut 5 % -kuvaajien laskemisessa on käytetty kolmen vuoden liukuvaa keskiarvoa.

Pallokuvio hahmottaa luonnontieteiden ja tekniikan alojen julkaisu- ja viittausmääriä. Pallon koko on verrannollinen alan suomalaisten julkaisujen määrään. Pallon sijainti X-akselilla kertoo, kuinka monta viittausta alan suomalaiset julkaisut keskimäärin saavat. Pallon sijainti Y-akselilla kuvaa suomalaisten julkaisujen saamia viittauksia suhteessa alan kansainväliseen tasoon. Jos alan suomalaisiin julkaisuihin viitataan yhtä usein kuin alan julkaisuihin keskimäärin, on pallon keskipisteen Y-koordinaatti yksi. Pallokuvio perustuu vuosien 1984–2007 julkaisu- ja viittausmääriin.

<sup>1</sup> Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA © Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.

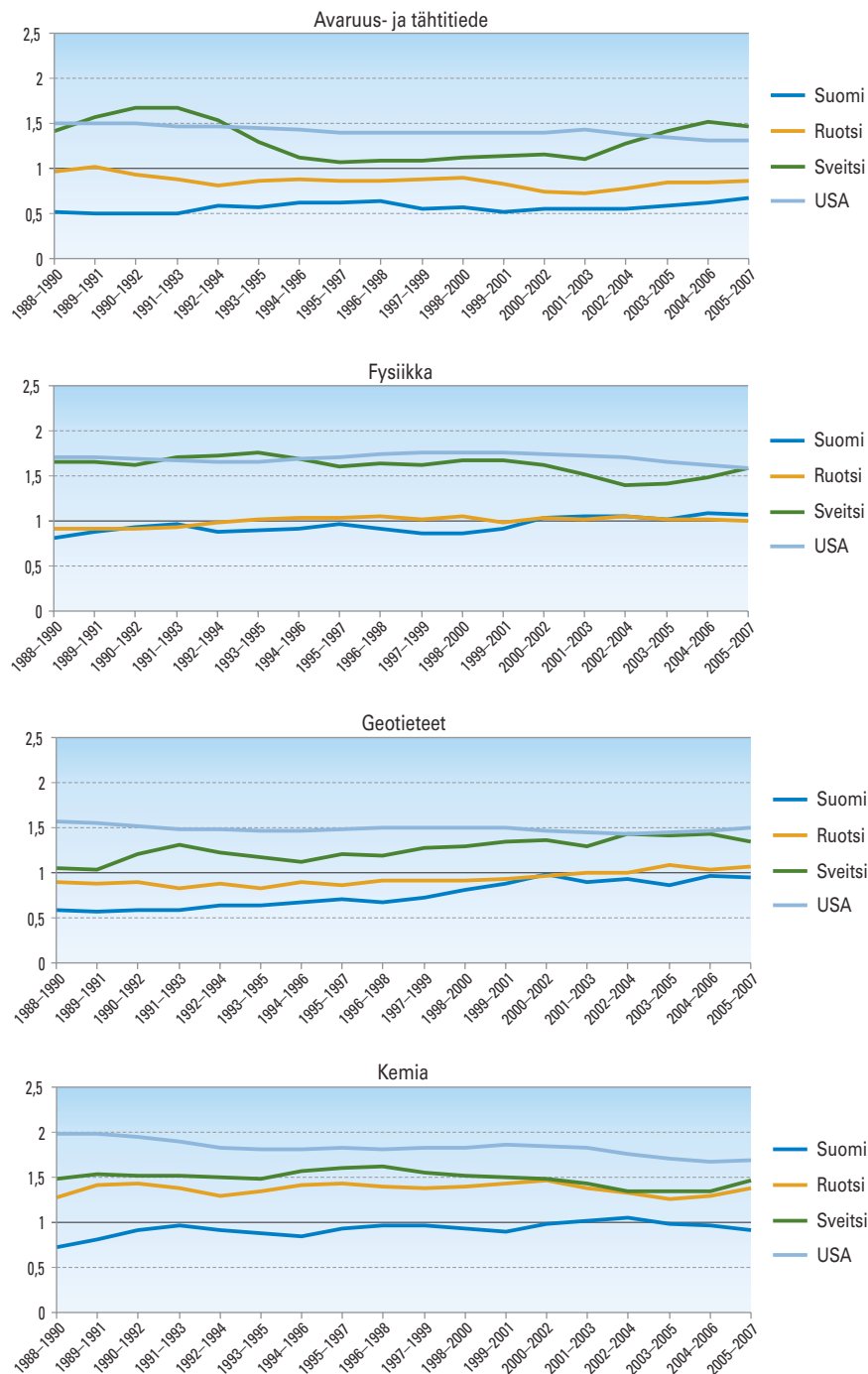
**Liitetaulukko 1.** Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen bibliometrisissä analyyseissä käytetty tutkimusalaluokitus.

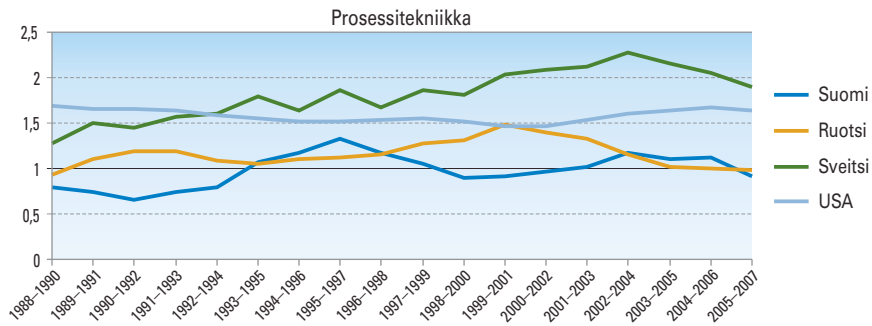
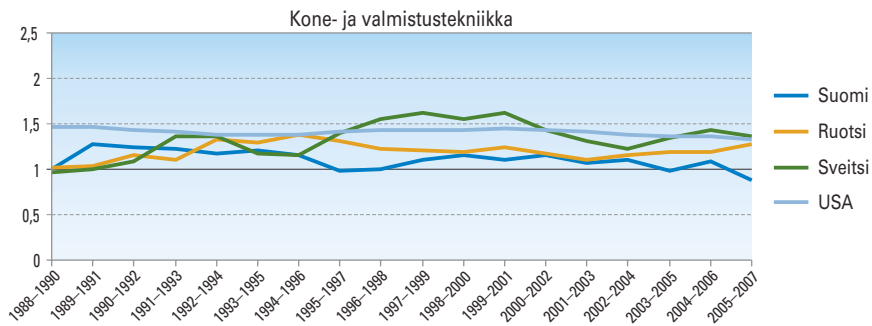
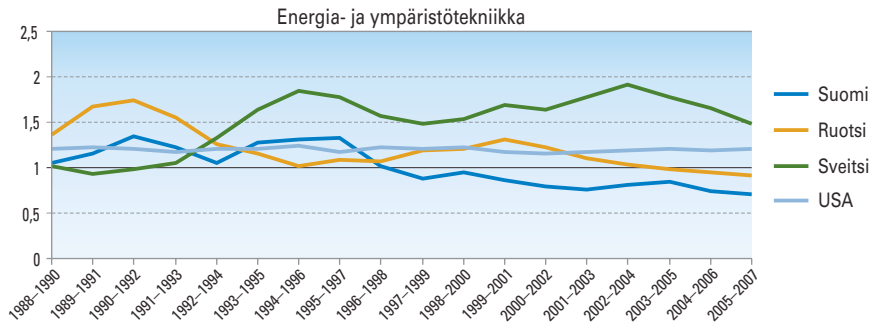
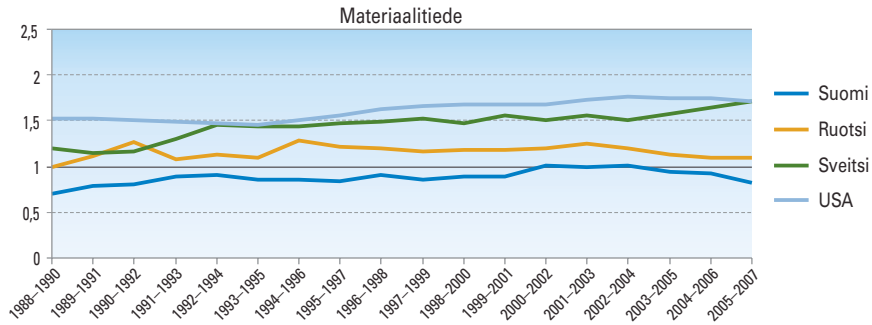
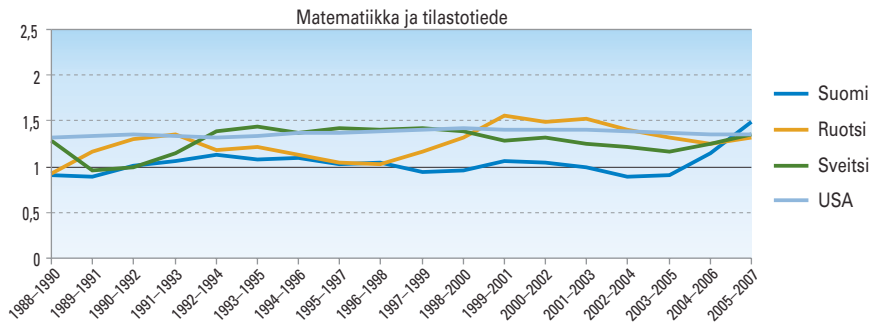
Tutkimusala	Science Citation Index Expanded Database: Subject Categories	
Avaruus- ja tähtitiede	Astronomy & Astrophysics	
Fysiikka	Acoustics Physics, Applied Physics, Fluids & Plasmas Physics, Atomic, Molecular & Chemical Physics, Multidisciplinary Physics, Condensed Matter	Physics, Nuclear Physics, Particles & Fields Physics, Mathematical Nuclear Science & Technology Thermodynamics
Geotieteet	Geochemistry & Geophysics Geography, Physical Geology Geosciences, Multidisciplinary Meteorology & Atmospheric Sciences	Mineralogy Oceanography Paleontology Remote Sensing
Kemia	Chemistry, Applied Chemistry, Multidisciplinary Chemistry, Analytical Chemistry, Inorganic & Nuclear Chemistry, Organic	Chemistry, Physical Crystallography Electrochemistry Polymer Science Spectroscopy
Matematiikka ja tilastotiede	Mathematical & Computational Biology Mathematics, Applied Mathematics, Interdisciplinary Applications	Mathematics Statistics & Probability
Materiaalitiede	Materials Science, Ceramics Materials Science, Multidisciplinary Materials Science, Biomaterials Materials Science, Characterization, Testing Materials Science, Coatings & Films	Materials Science, Composites Materials Science, Textiles Nanoscience & Nanotechnology Optics
Energia- ja ympäristötekniikka	Energy & Fuels	Engineering, Environmental
Kone- ja valmistustekniikka	Engineering, Aerospace Engineering, Manufacturing Engineering, Mechanical	Ergonomics Mechanics
Prosessitekniikka	Engineering, Chemical Metallurgy & Metallurgical Engineering	Mining & Mineral Processing
Puunjalostustekniikka	Materials Science, Paper & Wood	
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka sekä arkkitehtuuri	Architecture Construction & Building Technology Engineering, Civil	Transportation Transportation Science & Technology
Sähkötekniikka ja elektroniikka	Automation & Control Systems Engineering, Electrical & Electronic Instruments & Instrumentation	Robotics Telecommunications
Tietojenkäsittelytiede	Computer Science, Artificial Intelligence Computer Science, Cybernetics Computer Science, Hardware & Architecture Computer Science, Information Systems	Computer Science, Interdisciplinary Applications Computer Science, Software Engineering Computer Science, Theory & Methods
Tuotantotalous	Engineering, Industrial	Operations Research & Management Science

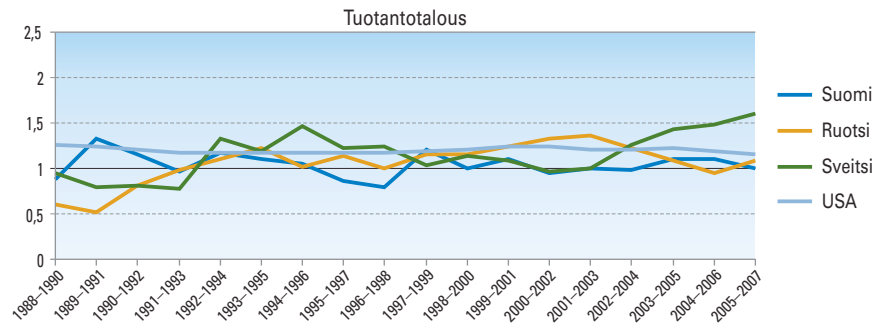
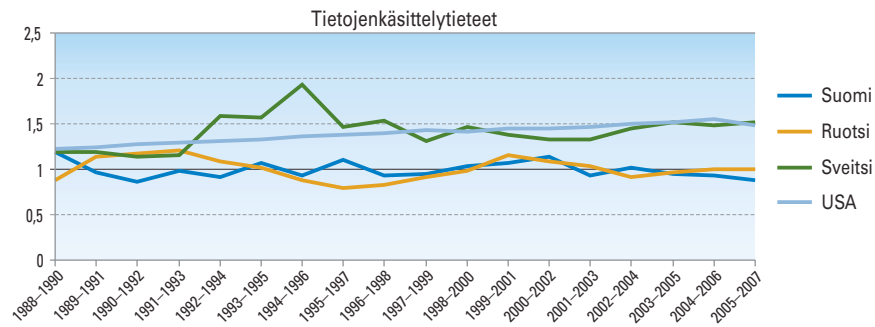
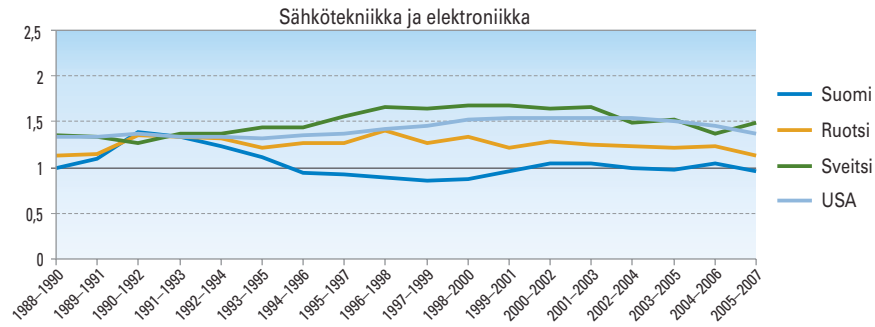
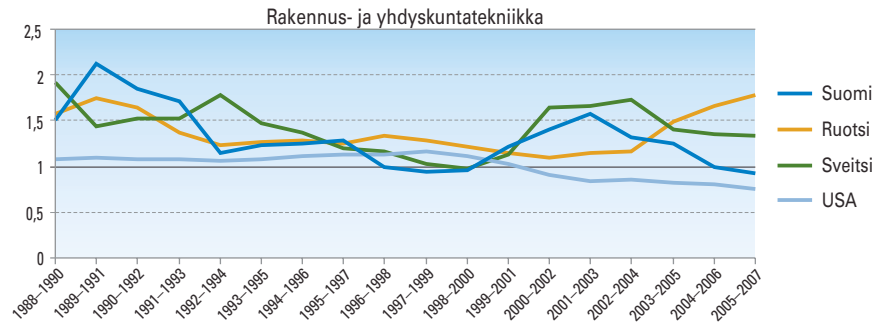
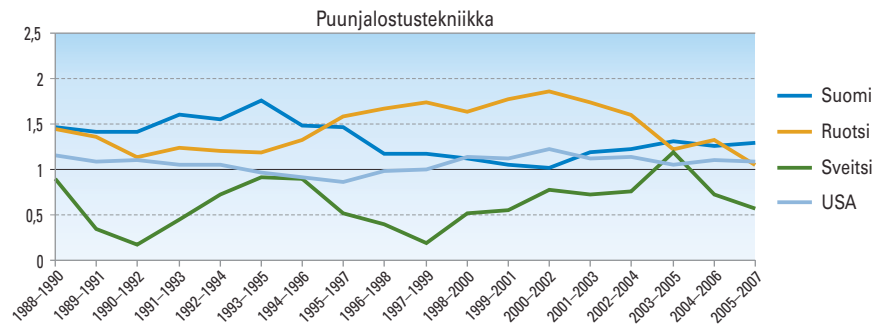


# LIITE 3A. LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN ALOJEN SUHTEELLISTEN VIITTAUSKERROINTEN KEHITYS

Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009

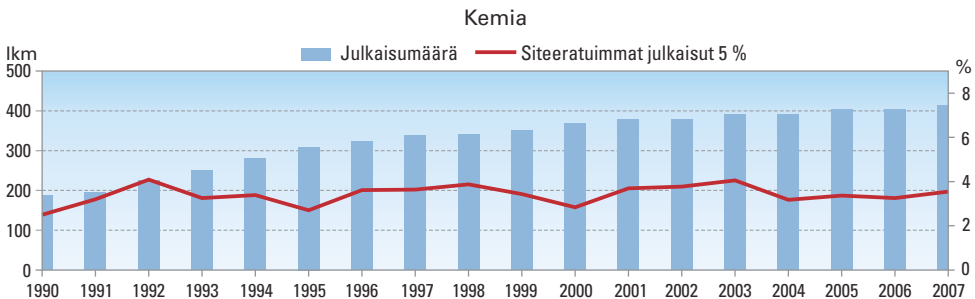
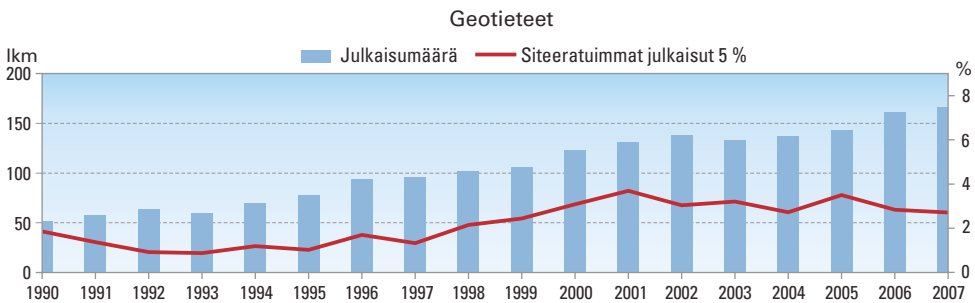
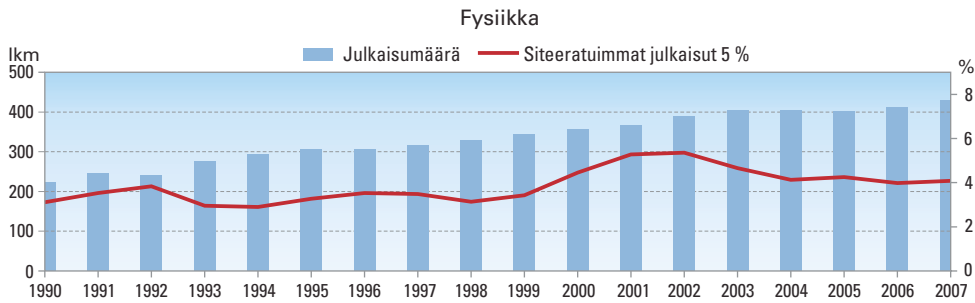
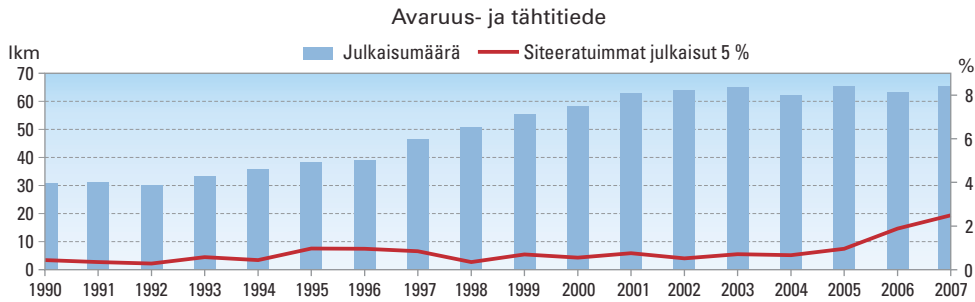


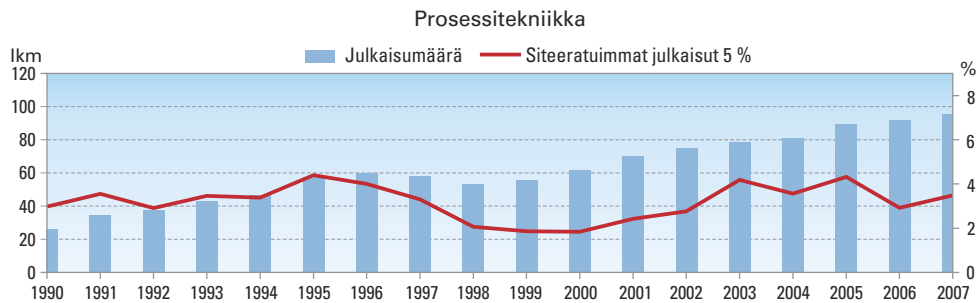
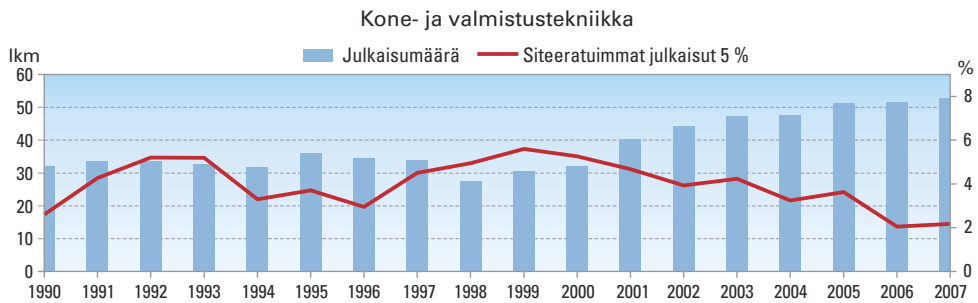
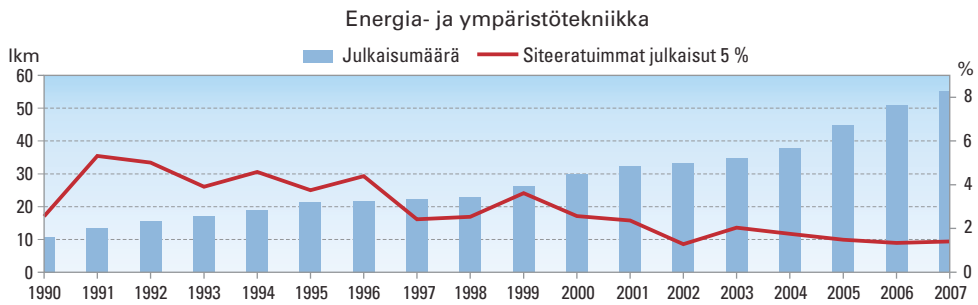
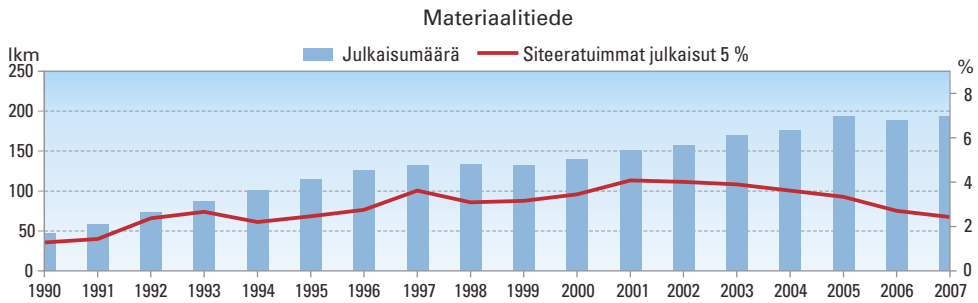
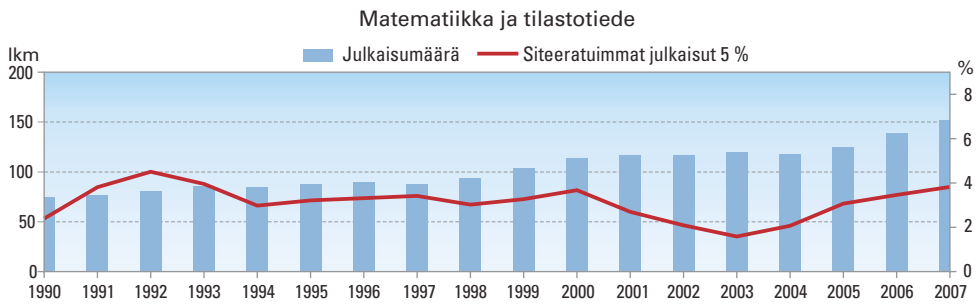


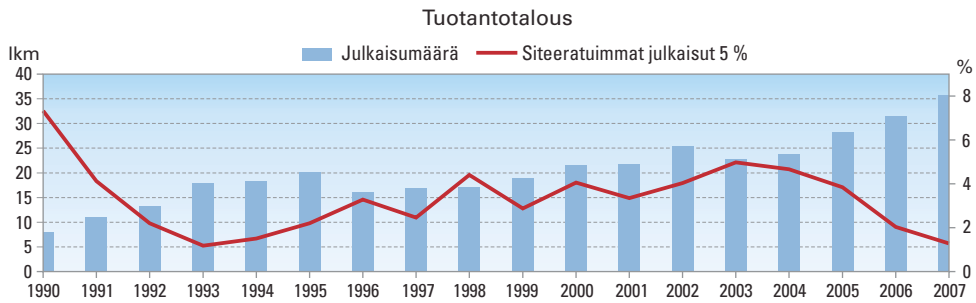
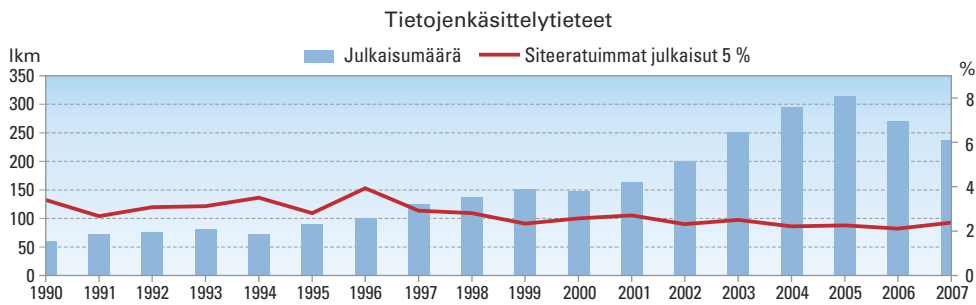
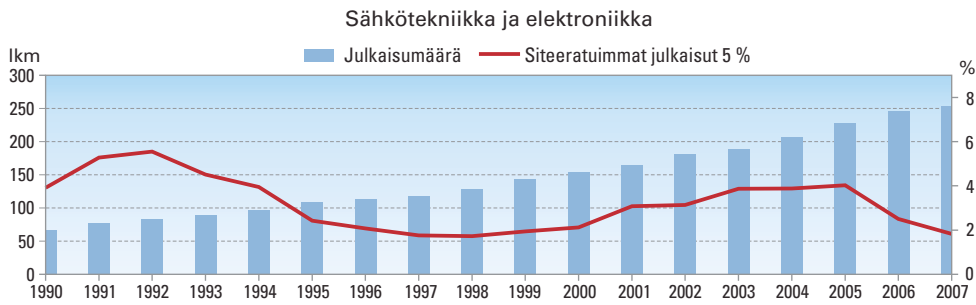
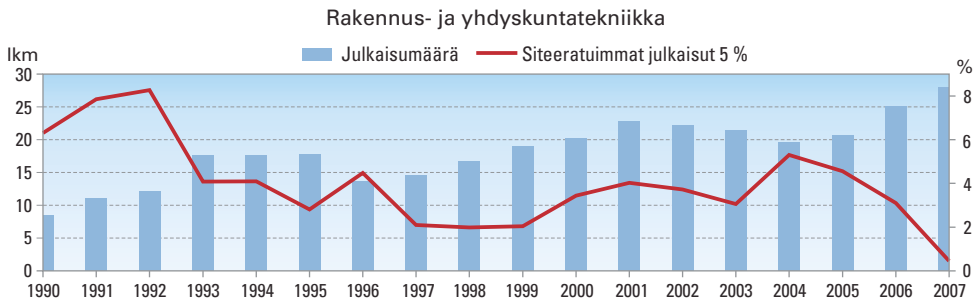
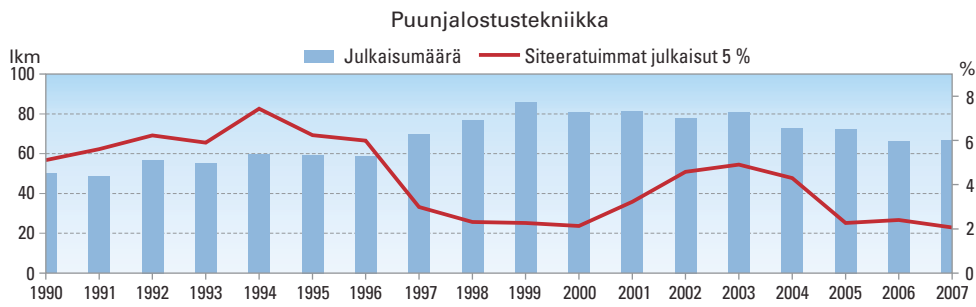


# LIITE 3B. LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN ALOJEN JULKAISUMÄÄRIEN JA SITEERATUIMPIEN JULKAISUJEN OSUUKSIEN KEHITYS

Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009

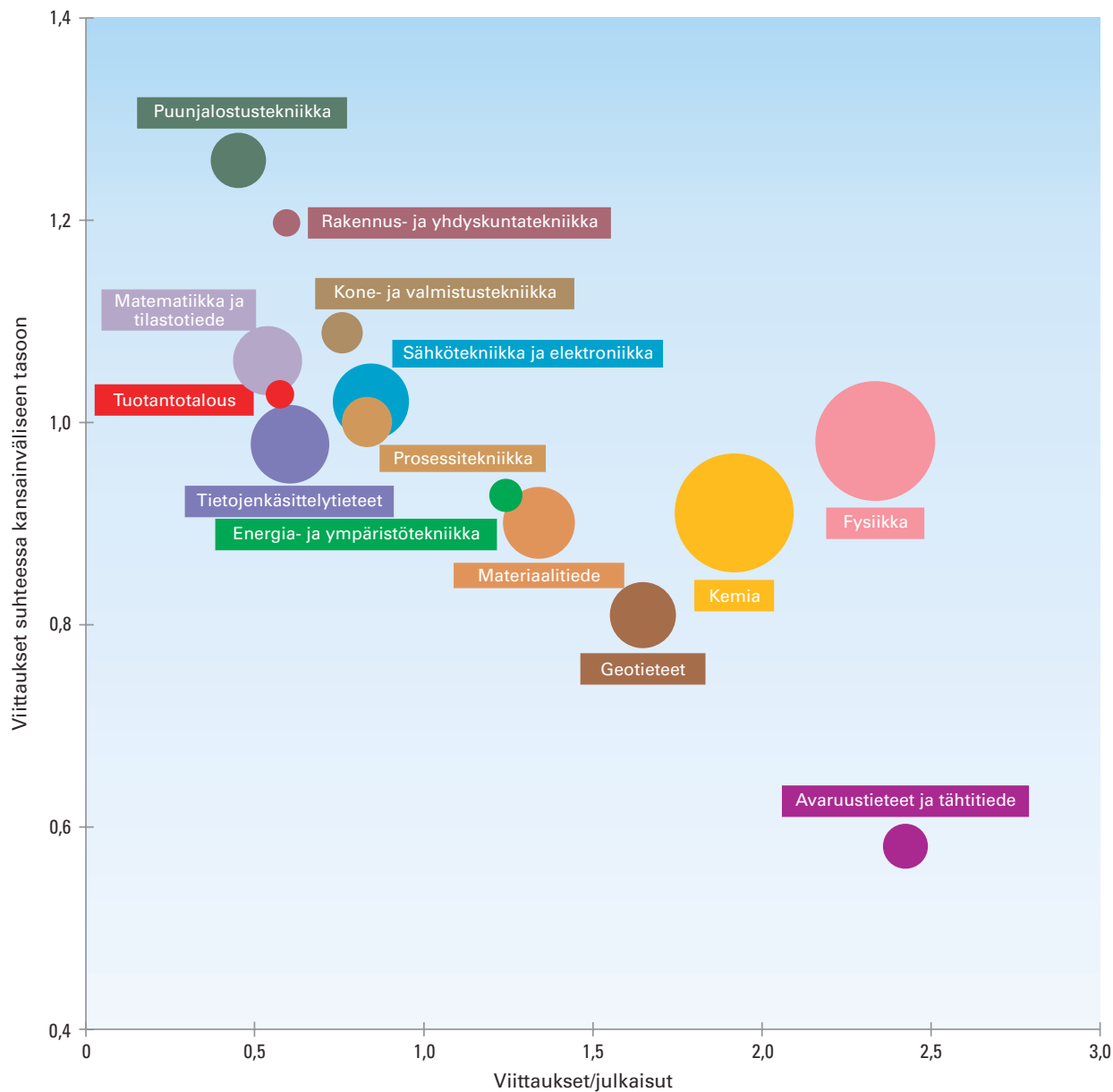






## LIITE 3C. LUONNONTIETEIDEN JA TEKNIIKAN ALOJEN JULKAISU- JA VIITTAUSMÄÄRÄT

Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009.



# 4 TERVEYDEN TUTKIMUS

## Sisältö

<b>1 Terveiden tutkimuksen tila, laatu ja kehittäminen</b> .....	209
Tutkimuksen rahoitus .....	209
Tutkimuksen bibliometrinen tarkastelu .....	210
Biolääketiede .....	214
Eläinlääketiede.....	215
Hammaslääketiede.....	216
Kliininen tutkimus .....	217
Farmasia .....	219
Hoitotiede.....	221
Kansanterveystiede.....	221
Liikuntatiede .....	222
Ravitsemustiede.....	223
Ympäristöterveys ja työterveys.....	224
<b>2 Tutkijaksi vai asiantuntijaksi?</b> .....	227
Tohtorikoulutus .....	227
Tohtoritarve ja työllistyminen .....	228
Ura tohtorikoulutuksen jälkeen.....	229
Kliininen tutkijanura.....	230
Liikkuvuus.....	231
<b>3 Monimuotoiset infrastruktuurit</b> .....	233
Biolääketieteen tutkimus.....	233
Kansanterveyden tutkimus.....	234
<b>4 Tutkimuksesta yhteiskunnan hyväksi</b> .....	235
Vaikuttavuuden edellytykset.....	235
Terveiden tutkimuksen tiedon käyttäjä.....	236
<b>5 Terveiden tutkimuksen kehittäminen</b> .....	240
<b>Lähteet</b> .....	241
<b>Liitteet</b>	
1. Tilastoja terveyden tutkimuksen rahoituksesta aloittain .....	242
2. Keskustelutilaisuuksiin osallistuneet asiantuntijat.....	243
3. Terveiden tutkimuksen toimikunnan kokoonpano vuosina 2007–2009 .....	244



# I TERVEYDEN TUTKIMUKSEN TILA, LAATU JA KEHITTÄMINEN

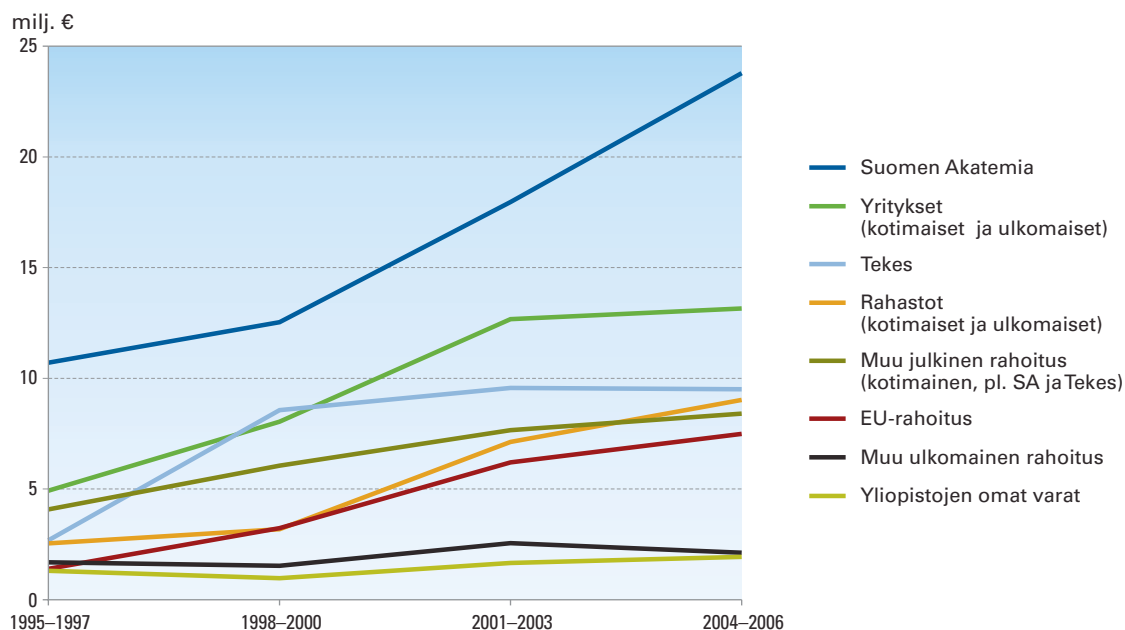
## Tutkimuksen rahoitus

Terveyden tutkimuksen toimikunnan alaan kuuluvat biolääketieteellinen, eläinlääketieteellinen, hammaslääketieteellinen ja kliinisen lääketieteen tutkimus, farmasian alan tutkimus sekä terveystieteiden tutkimus hoitotieteen, kansanterveystieteen, liikuntatieteen, ravitsemustieteen sekä ympäristö- ja työterveyden aloilla. Tutkimusta tehdään yliopistoissa, yliopistosairaaloissa ja useissa sektoritutkimuslaitoksissa.

Lääke- ja terveystieteiden sekä lääkekehityksen yhteenlasketut tutkimus- ja kehittämistoiminnan me-

not Suomessa olivat 551,6 miljoonaa euroa vuonna 2006 (3 vuoden keskiarvo 2005–2007, Tilastokeskus 2008). Tästä korkeakoulusektorin osuus oli 47 prosenttia, lääketieteellisuuden 38 prosenttia ja julkisen sektorin osuus 14 prosenttia<sup>1</sup>. Lääkekehityksen osuus on kuitenkin vain viisi prosenttia koko yrityssektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan menoista Suomessa.

Suomen yliopistoissa<sup>2</sup> tehdään lääke- ja terveystieteiden aloilla yhteensä 2700 tutkimustyövuotta vuodessa (3 vuoden keskiarvo 2004–2006, Auranen ym. 2008). Tämä vastaa 16 prosenttia kaikista Suomen yliopistoissa tehdyistä tutkimustyövuosista.



**Kuva 1.** Yliopistojen lääke- ja terveystieteiden tutkimuksen ulkopuolisen rahoituksen kehitys\* rahoituslähteittäin vuosista 1995–1997 vuosiin 2004–2006 (milj. euroa, vuosien keskiarvot). Lähteet: Tilastokeskus; Tieteen-, teknologian ja innovaatiotutkimuksen yksikkö (TaSTI), Tampereen yliopisto.

\* Reaalisen menokehityksen kuvaamiseksi yliopistojen tutkimusmenotiedot on deflatoitu korkeakoulujen ja yliopistojen kustannuskehitystä kuvaavalla Tilastokeskuksen julkisten menojen hintaindeksin alaeällä (Auranen ym. 2008). Indeksien perusvuotena on 2000. Yksityisten säätiöiden myöntämät henkilökohtaiset apurahat eivät sisälly tilastoihin, koska ne eivät näy yliopistojen tilinpidossa.

- 1 Korkeakoulusektoriin kuuluvat yliopistot, yliopistosairaalat ja ammattikorkeakoulut. Sektoritutkimuslaitokset kuuluvat julkiseen sektoriin.
- 2 Yliopistojen lääke- ja terveystieteiden tutkimustyövuosien ja tutkimusmenojen tarkastelu ei sisällä yliopistosairaaloiden lukuja.

Lääke- ja terveystieteiden tutkimuksessa tehtyjen tutkimustyövuosien määrä on kasvanut noin vuosikymmenessä keskimäärin 58 prosenttia. Suhteellinen kasvu on ollut suurin ravitsemustieteessä (309 %), eläinlääketieteessä (122 %), biolääketieteessä (102 %) ja farmasiassa (98 %) vuosista 1995–1997 vuosiin 2004–2006.

Yliopistot käyttivät lääke- ja terveystieteiden tutkimukseen yhteensä 146,9 miljoonaa euroa 2000-luvun puolivälissä (3 vuoden keskiarvo 2004–2006, Auranen ym. 2008). Keskeinen muutos verrattaessa 2000-luvun puolivälin rahoitusrakennetta 1990-luvun puoliväliin on ulkopuolisen rahoituksen absoluuttinen ja suhteellinen kasvu. Ulkopuolista rahoitusta kanavoitui lääke- ja terveystieteiden tutkimukseen 2000-luvun puolivälissä 75,4 miljoonaa euroa, joka on 157 prosenttia enemmän kuin noin vuosikymmen aikaisemmin (kuva 1).

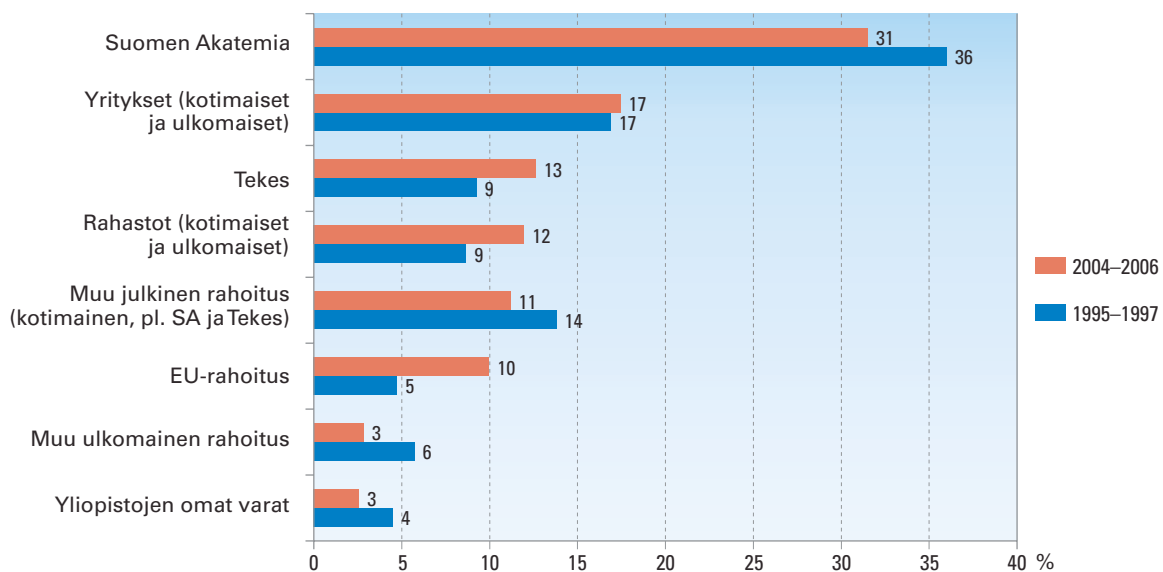
Lääke- ja terveystieteiden tutkimuksen ulkopuolisen rahoituksen osuus oli 1990-luvun puolivälissä noin kolmannes (liitekuva liitteessä 1). Osuus on kasvanut merkittävästi: 2000-luvun puolivälissä joka toinen yliopistojen terveyden tutkimukseen käyttämä euro tuli budjettirahoituksen ulkopuolelta. Suomen Akatemia on edelleen merkittävin ulkopuolinen rahoituslähde, vaikka Akatemian suhteellinen osuus on

pienentynyt 1990-luvun puolivälistä 2000-luvun puoliväliin (kuva 2, ks. myös aloittainen tarkastelu liitetaulukossa liitteessä 1). EU-rahoituksen, Tekesin sekä rahastojen osuudet ovat puolestaan kasvaneet.

Ulkopuolisen rahoituksen osuus vaihtelee lääke- ja terveystieteiden eri aloilla (liitekuva liitteessä 1). Ravitsemustieteen tutkimuksesta 70 prosenttia rahoitetaan ulkopuolisella rahoituksella, hammaslääketieteeseen, hoitotieteeseen ja liikuntatieteen tutkimuksesta noin neljäsosa. Ulkopuolisen rahoituksen osuus on kuitenkin kasvanut kaikilla lääke- ja terveystieteiden aloilla hoitotiedettä lukuun ottamatta vuosista 1995–1997 vuosiin 2004–2006.

### Tutkimuksen bibliometrinen tarkastelu

Bibliometriset indikaattorit ovat yksi tapa mitata tutkimuksen tuloksellisuutta ja tieteellistä vaikuttavuutta. Tutkimuksen määrää ja laatua tarkastellaan myös esimerkiksi kansainväliseen vertaisarviointiin perustuvissa yliopistojen tutkimuksen arvioinneissa ja Suomen Akatemian käynnistämässä tieteenala-arvioinneissa. Myös näissä ja muissa arvioinneissa bibliometriikkaa voidaan hyödyntää arvioinnin apuna. Bibliometriikan hyödyntämiseen liittyy kuitenkin menetelmällisiä rajoituksia, joten tulosten tulkintaan

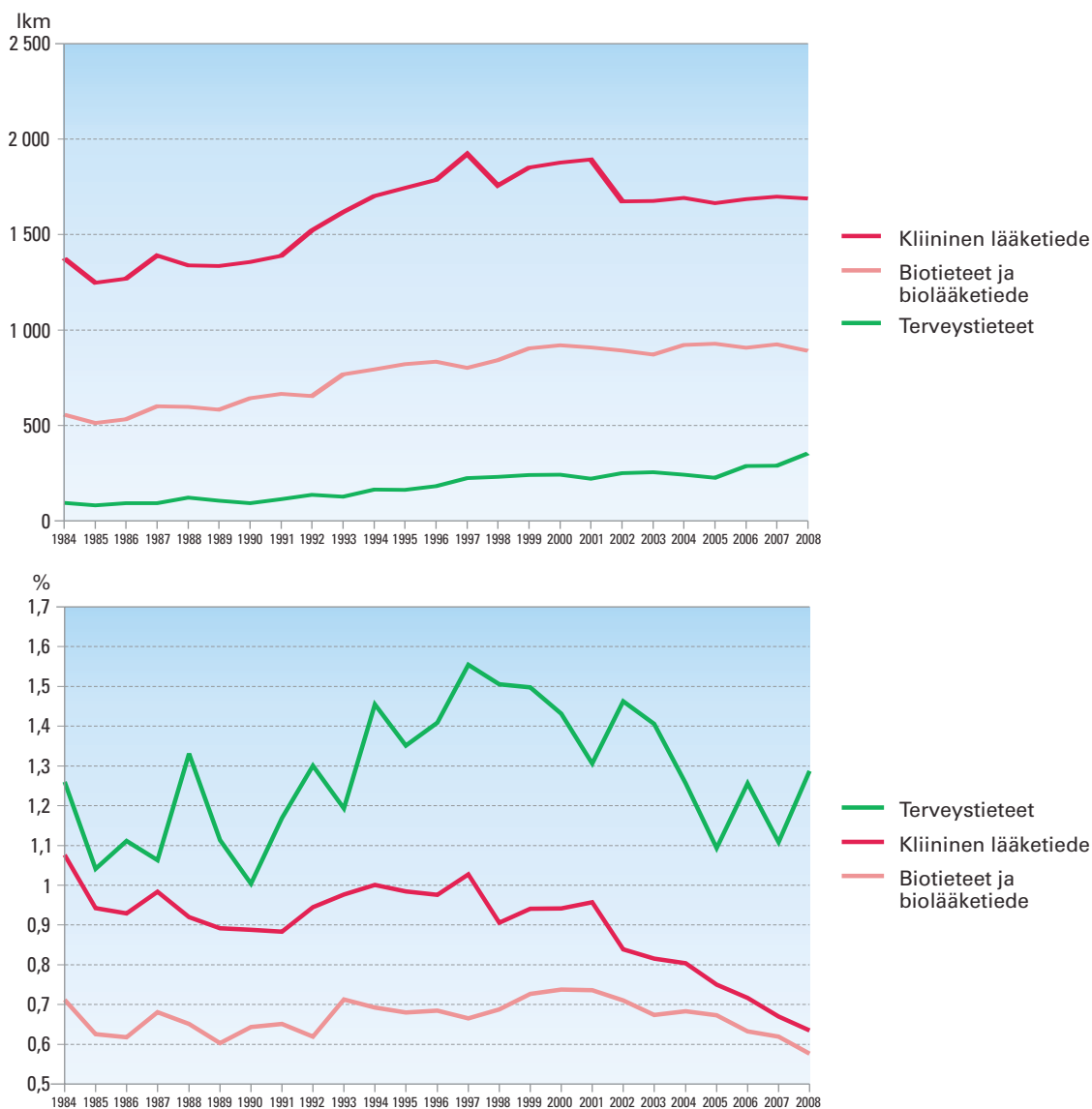


**Kuva 2.** Yliopistojen lääke- ja terveystieteiden tutkimuksen ulkopuolinen rahoitus rahoituslähteittäin (%) vuosina 2004–2006 ja 1995–1997. Lähteet: Tilastokeskus; Tieteen-, teknologian ja innovaatiotutkimuksen yksikkö (TaSTI), Tampereen yliopisto.

tulee kiinnittää aina erityistä huomiota (ks. koko raportin liite 2, joka sisältää bibliometrisen aineiston ja menetelmien yksityiskohtaisen kuvauksen).

Suomalaisen terveyden tutkimuksen eri aloilla julkaistiin yhteensä yli 2900 tieteellistä artikkelia

vuonna 2008 (kuvasarja 3). **Julkaisumäärästä** kliiniseen lääketieteeseen luokitellun tutkimuksen osuus oli suurin eli 58 prosenttia. Biotieteiden ja biolääketieteen<sup>3</sup> osuus oli 30 prosenttia ja terveystieteiden 12 prosenttia. **Julkaisuosuuden** tarkastelu osoittaa,



**Kuvasarja 3.** Suomen biotieteiden ja biolääketieteen, kliinisen lääketieteen sekä terveystieteiden julkaisumäärien kehitys ja osuus alan julkaisuista maailmassa (%) vuosina 1984–2008. Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded\*, Vetenskapsrådet 2009.

\* Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA© Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.

3 Biotieteiden ja biolääketieteen luokka sisältää myös muuta biotieteellistä kuin biolääketieteellistä perustutkimusta.

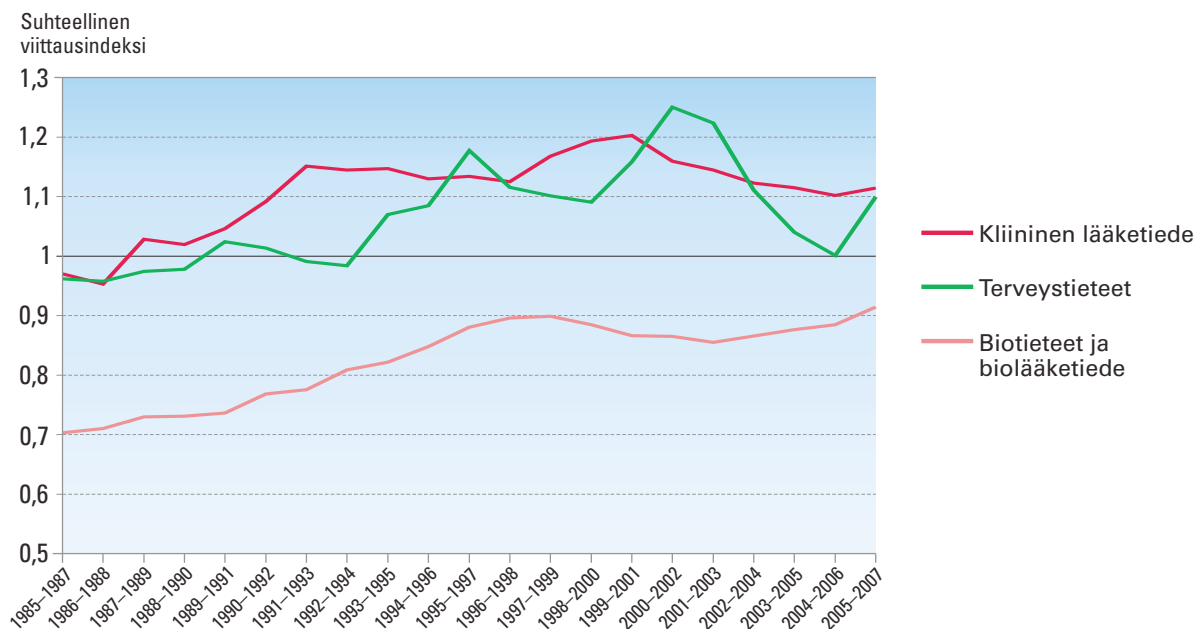
että maailmassa keskimäärin julkaisuutuotanto kasvoi enemmän kuin Suomessa näillä aloilla 2000-luvulla (kuvasarja 3). Suomen julkaisuosuus on pienentynyt, vaikka terveystieteissä julkaisumäärä on kasvanut sekä biotieteissä ja biolääketieteissäkin pysynyt 2000-luvun alkupuolen tasolla. Kliinisen lääketieteen julkaisumäärä pienentyi erityisesti 2000-luvun alussa.

**Suhteellinen viittausindeksi** kuvaa suuntaa antavasti tutkimuksen tieteellistä vaikuttavuutta ja laatua. Kliinisessä lääketieteessä suomalaisiin tutkimuksiin viitattiin 20 prosenttia enemmän (suhteellinen viittausindeksi on 1,20) kuin alan julkaisuihin maailmassa keskimäärin vuosituhannen vaihteessa (kuva 4). Kaudella 2005–2007 viittauksia kertyi 11 prosenttia enemmän kuin maailmassa keskimäärin. Terveystieteelliset julkaisut keräsivät viittauksia 25 prosenttia enemmän kuin maailmassa alalla keskimäärin vuosituhannen vaihteessa. Uusimmalla kaudella suomalaisiin julkaisuihin viitattiin 10 prosenttia enemmän kuin alalla keskimäärin. Suomalaiseen biotieteiden ja biolääketieteen tutkimukseen viitataan vähemmän kuin maailmassa alan tutkimukseen

keskimäärin. Kaudella 2005–2007 viittauksia kertyi yhdeksän prosenttia vähemmän kuin maailmassa alalla keskimäärin, mikä vastaa 1990-luvun lopun lukemia.

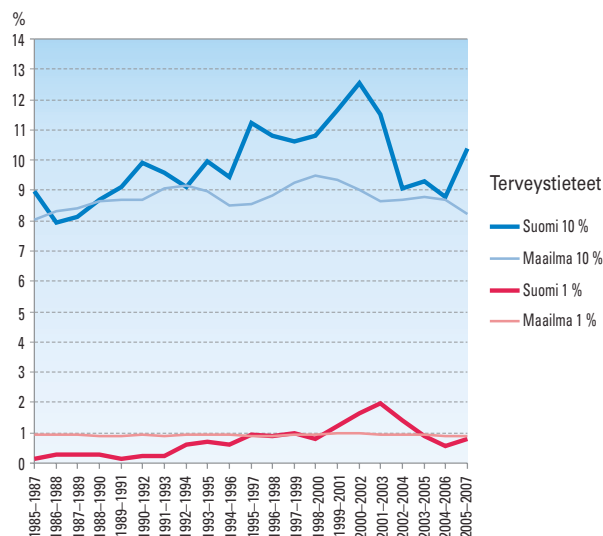
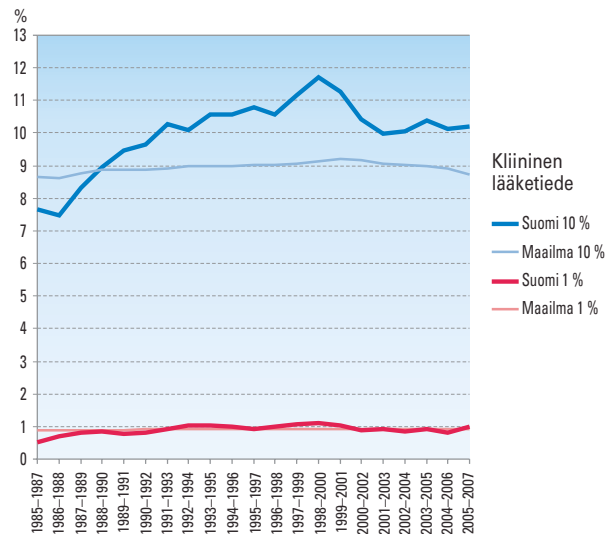
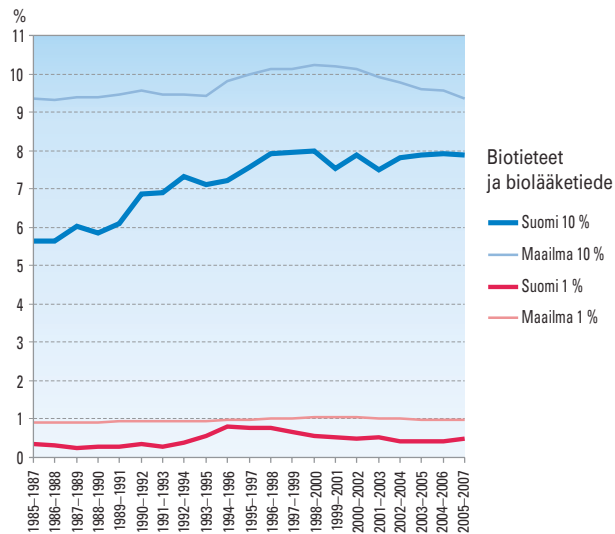
**Huippujulkaisujen** määrän tarkastelu kertoo, mikä osuus maan tai tutkimusalan julkaisuista kuuluu maailman eniten viitattujen julkaisujen joukkoon. Analyysi täydentää suhteellisen viittausindeksin avulla piirtyvää kuvaa tutkimuksen laadusta (Karlsson & Jonsson 2009). Viittaukset jakautuvat hyvin epätasaisesti eri julkaisujen kesken: harvoin julkaisuihin viitataan erityisen paljon, suurimpaan osaan puolestaan hyvin vähän tai ei ollenkaan. Näin huippujulkaisujen osuus vaikuttaa merkittävästi maan keskimääräiseen viittauskertymään.

Suomen biotieteiden ja biolääketieteen julkaisuista puoli prosenttia kuului siihen yhteen prosenttiin alan huippujulkaisuista, joihin viitattiin eniten maailmassa kaudella 2005–2007 (kuvasarja 5). Kun eniten viitattujen julkaisujen määritelmää lavennettiin kymmeneen prosenttiin, Suomen osuus biotieteissä ja biolääketieteessä kasvoi lähes kahdeksaan prosenttiin samalla kaudella.



**Kuva 4.** Suomen suhteellisen viittausindeksin kehitys biotieteissä ja biolääketieteessä, kliinisessä lääketieteessä sekä terveystieteissä vuosina 1985–2007 (liukuvat 3-vuotiskaudet, maailman keskimääräinen viittausindeksi on 1).

Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009.



**Kuvasarja 5.** Suomen osuudet (%) maailman eniten viitatuista julkaisuista biotieteiden ja biolääketieteen, klinisen lääketieteen sekä terveystieteiden aloilla vuosina 1985–2007 (liukuvat 3-vuotiskaudet)\*.

Lähde: Thomson Reuters Science Citation Index Expanded, Vetenskapsrådet 2009.

\* Suomen osuus tutkimusalalla kertoo, mikä osuus tutkimusalan suomalaisista julkaisuista kuuluu alan eniten viitattujen julkaisujen joukkoon maailmassa. Kuvissa tarkastellaan maailman eniten viitattuja kymmentä ja yhtä prosenttia tutkimusalojen julkaisuista.

Klinisen lääketieteen suomalaisista julkaisuista yksi prosentti kuului eniten viitattuun yhteen prosenttiin alan julkaisuista maailmassa kaudella 2005–2007. Kymmenen prosentin tarkastelussa vastaavasti Suomen 10,2 prosentin osuus oli suurempi kuin maailman osuus samalla kaudella. Näin on ollut 1980-luvun lopulta saakka. Osuus oli suurimmillaan vuosituhannen vaihteessa, lähes 12 prosenttia suomalaisista klinisen lääketieteen julkaisuista kuului eniten viitattuun kymmeneen prosenttiin alan julkaisuista maailmassa.

Terveystieteissä Suomen julkaisuista 0,8 prosenttia kuului siihen yhteen prosenttiin alan julkaisuista, joihin viitattiin eniten maailmassa kaudella 2005–2007. Kymmenen prosentin tarkastelussa terveystieteiden suomalaisista julkaisuista 10,4 prosenttia kuului alan eniten viitattuihin julkaisuihin samalla kaudella. Myös terveystieteissä eniten viitattujen julkaisujen osuus (määritelmänä 10 %) on ollut suurempi kuin alalla maailmassa keskimäärin lähes koko ajan 1980-luvun puolivälistä alkaen.

### Alan tila vuonna 2008

Biolääketieteen tutkimus on maassamme monita-  
hoinen, suuri ja vahva ala. Osaaminen kattaa erilai-  
sia kliinisen ja perustutkimuksen rajapintoja, ja ala  
toimii translationaalisen lääketieteen etulinjana.  
Translationaalisessa tutkimuksessa perustutkimuk-  
sen tuottama tieto jalostetaan sovelluksiksi ja poti-  
laan hyödyksi.

Alan kehitystä on ratkaisevasti vauhdittanut  
opetusministeriön biotekniikkarahoitus ja biokes-  
kusten perustaminen Helsingin, Kuopion, Oulun,  
Tampereen ja Turun yliopistojen yhteyteen. Biokes-  
kukset ovat alan kehitykselle oleellisia monitieteelli-  
siä, tutkimusprofileiltaan korkeatasoisia tutkimus-  
ympäristöjä. Niiden toiminnalle on keskeistä kor-  
keatasoista osaamista edellyttävä vahva infrastruk-  
tuuri – sekä tilat että keskitetyt palvelut – joissa  
työskentelevät tutkijat lisäävät tutkimusympäristön-  
sä kriittistä massaa. Biokeskuksilla on lisäksi mer-  
kittävä rooli tutkijankoulutuksessa ja innovaatioi-  
den tuottajina. Niiden yhteydessä toimii hyvin or-  
ganisoidut ja korkeatasoiset alan tutkijakoulut.

Biolääketieteen tutkimus on Suomessa hyvin ra-  
hoitettua, ja suomalaiset tutkijat ovat olleet kilpailu-  
kykyisiä myös kansainvälisissä rahoitushaissa. Tut-  
kimuksen suunnittelua haittaa kuitenkin rahoitus-  
järjestelmän pirstaleisuus, mikä on suomalaisen tut-  
kimuksen yleinen rakenteellinen ongelma. Kehittä-  
minen on usein ailahtelevaa, sillä pitkäjänteinen ra-  
hoitus ei ole taattua ja intressit saattavat muuttua.  
Tämä tekee suomalaisesta tutkimusympäristöstä ar-  
vaamattoman. Alan tutkimus on tästä huolimatta  
keskimäärin pitkäjänteistä ja korkeatasoista. Uhka-  
na kuitenkin on, että huippututkijat lähtevät muual-  
le varmempien tutkimusmahdollisuuksien perään.  
Suomen Akatemian tulisi edistää pitkäaikaisten ra-  
hoitusjärjestelmien syntymistä esimerkiksi takaa-  
malla entistä paremmin parhaiten menestyneille  
projekteille jatkuvuutta tutkimusohjelman rahoitus-  
kauden jälkeen.

Vaikka Suomessa on monia vahvoja perustutki-  
muksen alueita, eivät tutkimusrahoituslähteet välttä-  
mättä suosi monitieteistä tutkimusta. Voimavarojen  
puute rajoittaa varhaisvaiheessa olevien, riskialttiiden  
töiden rahoittamista. Esimerkkinä tästä on bio-

lääketieteellisen tutkimuksen lääkeformulointiin  
tähtäävä translationaalinen vaihe. Tekes ei tue var-  
haisvaiheen soveltavaa tutkimusta eikä myöskään  
EVO-rahoitus (valtion korvaus terveydenhuollon  
toimintayksiköille tutkimukseen ja koulutukseen).  
Suomen Akatemialla tulisi olla paremmat mahdolli-  
suudet riskialttiiden ja innovatiivisten tutkimussar-  
kojen edistämiseen.

Yliopistojen perusrahoitus on yksi huippututki-  
muksen edellytyksistä. Jos perusopetusta annetaan  
vähäisin opettajavoimin ja ryhmäkoot ovat suuria,  
tämä heijastuu monilla tavoin myös huippututki-  
muksen. Yliopistojen perusrahoituksen vähenemi-  
nen heikentää pohjaa, jolta suomalainen huipputut-  
kimus on parin viimeisen vuosikymmenen aikana  
voinut ponnistaa nykyiselle tasolleen.

Biolääketiede on translationaalisen tutkimuksen  
tärkeä osatekijä. Biolääketieteen tärkein rajapinta on  
kliininen lääketiede. Biolääketieteilijöiden ja kliinisen  
tutkijoiden yhteistyön parantamisen haasteet  
liittyvät oleellisesti siihen, että nykyisessä tervey-  
denhuoltojärjestelmässä kliininen työ vie ajan tutki-  
mustyöltä.

### Tutkimuksen laatu

Suomalaisen biolääketieteen korkeasta tasosta ovat  
osoituksena useat kansainvälistä huipputasoa edus-  
tavat yksittäiset ryhmät sekä huippuyksiköt. Huip-  
pujen ohella tutkimuksen taso on myös keskimäärin  
korkea. Alan ryhmät ovat pääsääntöisesti hyvin  
kansainvälisesti verkottuneita.

Suomalaisen tutkimuksen vahvuusalueita ovat  
pitkään tutkimusperinteeseen nojaavat perimätutki-  
mus, syöpä- ja verisuonibiologia, neurotieteet, side-  
kudostutkimus ja solubiologia. Nämä tukevat kes-  
keisesti suomalaisten kansantautien (sydän- ja veri-  
suonitaudit, diabetes) translationaalista tutkimusta.  
Ihmisen ja lukuisien muiden organismien perimätie-  
don selvittämisen myötä on viimeisen viiden vuo-  
den aikana tullut mahdolliseksi soveltaa genomitut-  
kimuksen menetelmiä sairauksien tutkimiseen.  
Nämä uudet, kallista infrastruktuuria vaativat lähes-  
tymistavat, kuten systeemibiologia, kehittyvät no-  
peasti. Haasteena onkin selvittää perimän, ympäris-  
tön ja elintapojen vuorovaikutuksen merkitystä sai-  
rauksien synnyssä. Tulevaisuuden aloja ovat myös  
henkilökohtaiseen hoitoon tähtäävä diagnostiikka.

## Alan kehittäminen

- Biolääketieteen korkean, kansainvälisen tason säilyttämiseksi on tutkimusrahoituksen jatkuvuus, ennustettavuus ja pitkäjänteisyys taattava kaikilla tasoilla.
- Huippututkimuksen edellytyksenä oleva yliopistojen perusrahoitus on saatava vankalle pohjalle.
- Alan kehitykselle olennaisten monitieteisten biokeskusten sekä toimivan infrastruktuurin investointitarpeet on tunnustettava ja niiden perusrahoituksesta on huolehdittava.
- Kansallisesti arvokkaiden tutkimusaineistojen säilyminen ja niiden täysipainoinen hyödyntäminen on turvattava.

## Eläinlääketiede

### Alan tila vuonna 2008

Eläinlääketieteellinen tutkimus on monialaista, koska se kattaa sekä eläinten että ihmisten terveyteen liittyviä elementtejä. Eläinlajien kirjo tuotantoeläimistä lemmikkieläimiin lisää tutkimusalan haasteellisuutta. Eläinlääketieteeseen kuuluu eläinten terveyden ja sairauksien tutkiminen sekä elintarvikkeiden hygieenisen laadun ja mikrobiologisen turvallisuuden tutkimus. Eläinten sairauksien ja terveyden tutkimisessa lähestymistavat ovat eläinlaji- tai tautikohtaisia, mekanismiperusteisia, epidemiologisia tai käyttäytymistieteellisiä. Eläinlääketieteellistä tutkimusta tarvitaan sekä perustutkimuksessa että tavoitteellisessa tutkimuksessa, jolla on yhteydet yhteiskunnan tarpeisiin.

Eläinlääketieteellistä tutkimusta tehdään kahdessa yksikössä: Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisessä tiedekunnassa ja Elintarviketurvallisuusvirastossa (Evira). Molemmista tutkimusyksiköissä on keskitytty kehittämään kahta tutkimusalueetta, jotka ovat elintarviketurvallisuus ja ihmisten terveys sekä eläinten terveys ja hyvinvointi. Tutkimuksen paikallinen infrastruktuuri on ajanmukainen tutkimuslaboratorioiden osalta, koska rakennuskanta on pääosin valmistunut 2000-luvulla. Eläinlääketieteellinen tutkimus on yhteistyössä Viikin kampuksella useiden yliopiston yksiköiden kanssa, erityisesti Biotekniikan instituutin kanssa.

Eläinlääketieteen peruskoulutusohjelma on yhtenäinen ja laaja-alainen ja se tarjoaa hyvät lähtökohdat monipuoliselle tutkijanuralle. Tohtorit työl-

listyvät hyvin. Eläinlääketieteen tohtorikoulutuksen saaneilla on tarvetta sekä ammattitutkijoina että erilaisissa yliopiston ulkopuolisissa tehtävissä.

Alan tutkimus ja sen mukana tutkimuksen rahoitus ovat parantuneet huomattavasti 2000-luvulla. Samalla tutkimus on muuttunut tavoitteellisemmäksi ja tutkimusryhmäkulttuurin avulla myös tohtorikoulutus on kehittynyt systemaattisemmaksi ja paremmin ohjatuksi. Tutkimusryhmien koko vaihtelee, mutta pääasiassa ryhmät ovat kooltaan pieniä. Usein ryhmien rakenteen heikkoutena on tutkijanuralla pidemmällä olevien ohjaajien puuttuminen, jolloin ohjausvastuu on yksin professorilla. Vaikka täydentävän, kilpaillun rahoituksen osuus on kasvanut, alan tutkimuksen kehittymistä on rajoittanut rahoituksen ja resurssien riittämättömyys. Eri ryhmien välillä on eroja tutkimusryhmäkulttuurin kehittymisessä ja tutkimusrahoituksen tasossa. Tiedekunnassa on yksi kahden laitoksen välinen Suomen Akatemian rahoittama kansallinen tutkimuksen huippuyksikkö, sekä yksi FiDiPro-professori. Eläinlääketieteen tohtorikoulutettavista muutama saa rahoitusta soveltavien biotieteiden ABS-tutkijakoulusta tai yliopiston rahastojen tohtorikoulutusvaroista. Tohtorikoulutus kliinisillä aloilla vahvistuu vuodesta 2010 lähtien, kun Eläinten hyvinvoinnin tutkijakoulu Suomen Akatemian ehdotuksen mukaisesti suuntaa tohtorikoulutusta näille aloille. Alan tutkijoiden kansainvälistymisessä on myös tehostamistarvetta. Erityisesti väittelyn jälkeisessä tutkijatohtorivaiheessa pysytään kotimaassa.

### Tutkimuksen laatu

Eläinlääketieteellinen tutkimus on arvioitu omalla alallaan korkeatasoiseksi ja kilpailukykyiseksi (Haila, Holm & Niemelä 2006). Tämä huomioon ottaen alan monimuotoisuus on kannustavaa, vaikkakin on haasteellista ylläpitää monipuolista tutkimusta käytettävissä olevilla resursseilla. Lisääntynyt yhteistyö alan erityisosaajien kanssa esimerkiksi molekyylibiologiassa, genetiikassa ja genomikassa on parantanut tutkimuksen laatua. Erityisesti elintarviketurvallisuuteen liittyvä tutkimus ja useat kliinisen eläinlääketieteellisen tutkimuksen osa-alueet, kuten eläinten sairauksien genetiikan, infektioautien ja lisääntymishäiriöiden tutkimus, ovat hyvin kehittyneitä ja kilpailukykyisiä.

## Alan kehittäminen

- Tutkimus nojaa tällä hetkellä suurelta osin väitöskirjatutkimukseen, mikä vähentää riskialttiiden tutkimusaiheiden tutkimista. Tutkijaryhmien kehitys on epätasaista eri eläinlääketieteen tutkimuksen osa-alueilla. Tutkimuksen laatu ja kansainvälistyminen ovat molemmat kehittämiskohteita.
- Eläinlääketieteellisen tiedekunnan perusrahoitus on ollut jo pitemmän aikaa riittämätön, mikä vaikuttaa tutkimuksen resursseihin. Tarvitaan sekä strategista tutkimuksen suuntaamista keskeisille alueille että pitkäjänteistä rahoitusta.
- Tutkimuslaitteistot vaativat päivitystä ja uudistamista, koska tiedekunnalla ei ole ollut muutama vuoteen taloudellisia resursseja tähän. Tutkimusinfrastruktuuriin tarvitaan säännöllistä ja ennustettavaa rahoitusta.
- Ammattimainen tutkijanura pitää saada houkuttelevammaksi uravaihtoehdoksi. Erityisesti tarvitaan toimenpiteitä, joilla saadaan nuoria eläinlääkäreitä innostumaa tutkimuksesta ja valitsemaan tutkimus elämänurakseen. Tutkijanuran ennustettavuutta tulee lisätä ja erityisesti suunnata toimenpiteitä tutkijatohtoritason tutkijoihin.
- Kliinisessä tutkimuksessa tulee erityisesti selvittää, miten kliinikkotutkijat saadaan tekemään väitöskirjatutkimusta kliinisillä aloilla, pysymään tutkijoina ja kehittämään kliinistä tutkimusta.
- Väitelleiden tutkijoiden kansainvälistymistä ja työskentelyä ulkomailla alan tutkimuslaitoksissa tulee edistää.

## Hammaslääketiede

### Alan tila vuonna 2008

Hammaslääketieteellistä tutkimusta tehdään paitsi Helsingin, Oulun ja Turun yliopistojen hammaslääketieteen laitoksilla sekä näiden yhteydessä toimivissa yliopistollisten keskussairaaloiden hammas- ja suukirurgiayksiköissä, myös Viikin Biotekniikan Instituutissa. Lisäksi Tampereen yliopiston yhteydessä toimivassa Solu- ja Kudosteknologiakeskus Regeassa ja Kuopion yliopistollisessa keskussairaalaissa on hammaslääketieteellistä tutkimusta.

Tutkimusrahoitus on pääosin ollut peräisin pienenevistä laitos- ja EVO-rahoituksista; muutamalla tutkimusryhmillä on Suomen Akatemian tutkimusmäärärahaa ja -virkoja sekä Tekes-rahoitusta. Suomen Akatemian terveyden tutkimuksen toimikunta on huomionnut alan ongelmat suuntaamalla vuosina 2008–2009 noin 2,3 miljoonaa euroa erityisrahoitusta kannustaakseen ja edistääkseen korkeatasoista hammaslääketieteellistä tutkimusta Suomessa.

Yliopisto- tai laitostasolla kansainvälinen yhteistyö ja verkottuminen on ollut suhteellisen vähäistä perustuen lähes kokonaisuudessaan yksittäisten tutkijoiden tai ryhmien henkilökohtaisiin kontakteihin. Tutkijakoulutettavista suomalaisten hammaslääkäreiden osuus on kuitenkin pienentynyt; koulutettavia hammaslääkäreitä on lisääntyvässä määrin tullut Itä-Euroopasta, Aasiasta, arabimaista, Etelä-Amerikasta ja Afrikasta. Väitöskirjan valmistumisen jälkeen valtaosa ulkomaisista nuorista tutkijoista on kuitenkin palannut kotimaahansa tai siirtynyt tutkijatohtoreiksi muihin maihin. Suomalaisia biokemistejä, biologeja ja tilastotieteilijöitä on lisääntyvässä määrin rekrytoitu hammaslääketieteellisiin tutkimusryhmiin. Tutkijatohtoreiksi lähtevien suomalaisten hammaslääkäreiden määrä on viime vuosina vähentynyt; suosituimmat kohteet ovat Pohjois-Amerikka ja EU-maat.

Tutkimusryhmät ovat pääsääntöisesti pieniä ja kliinisen perusopetuksen uudelleen organisoiminen myötä kaikki hammaslääketieteen laitokset ovat menettäneet alempia akateemisia virkoja. Vastuu kliinisestä perusopetuksesta siirrettiin terveyskeskuksille vuosina 2000–2003. Muutamia tutkijakoulutettavia on ollut paikallisissa tutkijakouluissa Helsingissä ja Turussa sekä valtakunnallisessa kliinisessä tutkijakoulussa Helsingissä ja Oulussa. Suurin osa hammaslääkäritutkijakoulutettavista toimii osa-aikaisina tutkijoina, joiden rahoitus on apurahapohjaista. Ulkomaisista tutkijoista osa saa CIMO-rahoitusta (Kansainvälisen liikkuvuuden ja yhteistyön keskus CIMO), loput on palkattu paikallisilla EVO- ja laitosmäärärahoilla. Valtakunnallista hammaslääketieteen tutkijakoulua ei yrityksistä huolimatta ole saatu alalle aikaisemmissa tutkijakouluhauissa. Tilanne muuttuu vuonna 2010, kun uusi kansallinen hammaslääketieteen tutkijakoulu aloittaa toimintansa.



## Tutkimuksen laatu

Hammaslääketieteellinen tutkimus on kansainvälisesti arvioituna hyvätasoisia; osin jopa erinomaista (Academy of Finland 2007). Erityisesti Biotekniikan Instituutissa tehtävä pään ja kasvojen alueen kehitysbiologinen fokuoitunut tutkimus on saavuttanut kansainvälisesti vahvan aseman. Vahvuutena voidaan pitää myös sitä, että tutkimus kattaa kaikki hammaslääketieteen osa-alueet, joten kansallisella tutkimusprofiililla on mahdollisuus kasvattaa tulevaisuuden akateemisia toimijoita hammaslääketieteen eri osa-alueille. Heikkoutena pidetään korkeatasoisen tutkimuksen keskittymistä harvojen yksittäisten tutkijoiden varaan; arvioinnissa nostettiin esille nimeltä mainiten vain viisi tutkimusryhmää (Helsingistä ja Turusta kaksi ja Oulusta yksi), jotka edustivat alansa kansainvälistä korkeaa tasoa. Monitieteisyys tai tieteidenvälisyys on kaikkien näiden viiden korkeatasoisen tutkimusryhmän taustalla: neljällä tutkimus perustuu yhteistyöhön biokemian, molekyylibiologian ja biolääketieteen tutkimusryhmien kanssa ja yhdellä (materiaalitutkimus) yhteistyöhön teollisten ja kaupallisten tahojen kanssa ja sitä kautta Tekesiltä hankittuun rahoitukseen.

## Alan kehittäminen

- Tutkimusrahoituksen jatkuvuuteen, ennustettavuuteen ja pitkäjänteisyyteen tulisi kiinnittää huomiota etenkin, kun Tekesin rahoitus materiaalitutkimukselle on poistumassa.
- Parantamalla valtakunnallista ja kansainvälistä tohtorikoulutusta sekä suuntaamalla voimavaroja nuoriin tutkijoihin ja opettajiin voidaan pyrkiä parantamaan hammaslääketieteellisen tutkimuksen laatua. Suomen Akatemia on suositusten mukaisesti rahoittamassa vuoden 2010 alusta alkaen hammaslääketieteellistä valtakunnallista yhdeksänpaikkaista tutkijakoulua. Tutkijakoulun yhteydessä sekä kansallisen että kansainvälisen verkostoitumisen mahdollisuudet tulee pyrkiä maksimoimaan; yhteistyön lisääminen nostaisi tutkimuksen tasoa.
- Nuorten hammaslääkäritutkijoiden rekrytointiongelmaan, joka tällä hetkellä on alan kehityksen ja jatkuvuuden suurin ongelma, ei ole näköpiirissä selkeää ratkaisumallia. Ongelmiin, joita ovat muun muassa tutkijakoulutettavien palkkaustaso

verrattuna kliinistä työtä tekeviin hammaslääkäreihin, tutkimusvirkojen ja tutkijoiden käytettävissä olevien resurssien vähyys, väitöskirjan vähäinen painoarvo erikoistumisvirkoihin haettaessa sekä akateemisen uran jatkuvuuden epävarmuus, tulisi pikaisesti löytää valtakunnalliset ratkaisumallit yliopistojen sekä opetusministeriön ja sosiaali- ja terveysministeriön kanssa käytävissä keskusteluissa.

- Mahdollisuutta rekrytoida ja sitouttaa ulkomaisia lahjakkaita hammaslääkäreitä tutkijoiksi Suomeen tulisi tukea suuntaamalla esimerkiksi Norjan mallin mukaisesti valtion tutkimuksen tukemiseen tarkoitettuja kehitysyhteistyövaroja kyseessä olevaan toimintaan. Tämä menettely on selvästi lisännyt hammaslääketieteellisen tutkimuksen määrää ja laatua Norjassa.

## Kliininen tutkimus

### Alan tila vuonna 2008

Lääketieteellinen kliininen tutkimus on ihmisillä tehtävää tutkimusta, joka kohdistuu sairauksien syihin, diagnostiikkaan, ennaltaehkäisyyn ja hoitoon. Moderniin kliiniseen tutkimukseen kuuluu myös ns. translationaalinen tutkimus, joka luo siltoja esimerkiksi kliinisten kysymysten ja ajanmukaisten laboratoriomenetelmien välille.

Tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää, että meillä on perustutkijoiden rinnalla kliinikkotutkijoita, jotka pystyvät määrittelemään, mihin taudin patofysiologiassa tulisi hoidollisesti vaikuttaa, mihin kudokseen hoito pitäisi suunnata, millainen hoitovaste on kliinisesti merkittävä, millainen hoito on eettisesti perusteltua, mitä sivuvaikutuksia hoidolla saattaa olla, miten sivuvaikutukset hoidetaan jne. Näyttöön perustuva lääketiede edellyttää uusien hoitomenetelmien tehokkuuden osoittamista kliinisillä kokeilla. Suomen väestö ja terveydenhuoltojärjestelmä tarjoavat sinänsä hyvät edellytykset laajamittaisiin kliinisiin hoitotutkimuksiin, mutta tämän toiminnan ehtona on, että maassamme on riittävästi kliinisen tutkijakoulutuksen saaneita lääkäreitä.

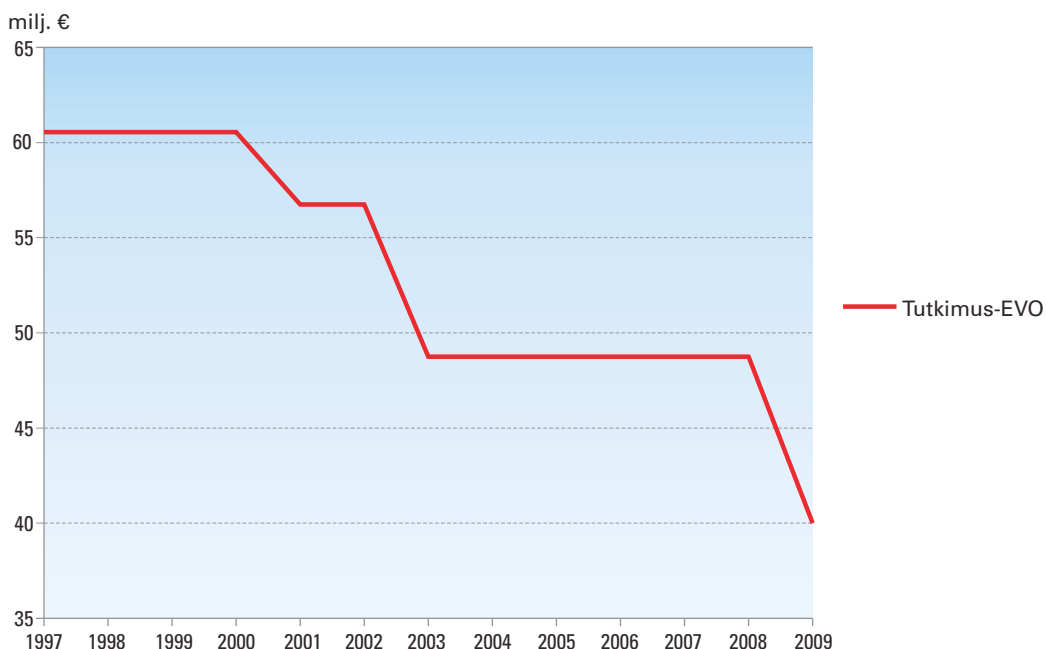
Post-genomiaika lisää korkeatasoisen kliinisen tutkimuksen tarvetta. Monitekijäisten kansansairauksien syiden sekä hoito- ja ehkäisykeinojen selvittämi-

nen edellyttää perustutkijoiden, kliinisten tutkijoiden ja epidemiologien saumatonta yhteistyötä. Kliinisen tutkijan merkittävin panos tässä yhteydessä on fenotyyppien tarkka määrittäminen. Viime kädessä tämänkaltaisen tutkimuksen merkitys ja laatu määräytyy sen mukaan, kuinka hyvin fenotyyppi on onnistuttu luonnehtimaan. Hoidon yksilöllinen räätälöinti asettaa kliiniselle tutkimukselle uusia haasteita. Regeneratiivinen lääketiede tuo mukanaan uusia hoitovaihtoehtoja, joiden monipuolinen arviointi on keskeistä ennen niiden laajamittaista soveltamista kliiniseen käytäntöön.

Maassamme on kuitenkin joukko tekijöitä, jotka rajoittavat tai uhkaavat korkeatasoisen kliinisen tutkimuksen laajentamista ja kehittämistä. Valtion panostus kliiniseen tutkimukseen on vähentynyt merkittävästi vuosina 2000–2008 (kuva 6): yliopistosairaaloissa tehtävään tutkimukseen ohjautuva erityisvaltionosuus (tutkimus-EVO-rahoitus) on pienentynyt reaalisesti 34,4 prosenttia (Tiede- ja teknologianeuvosto 2008). Vuonna 2008 tutkimus-EVO:n osuus valtion tutkimusrahoituksesta oli enää 2,7 prosenttia (48,7 miljoonaa euroa). Muista rahoituslähteistä tullut panostus ei ole pystynyt kompensoi-

maan tätä muutosta. Yliopistosairaaloiden profiili laadukkaana kliinisen tutkimuksen tyyssijana on samalla hämärtyneet huomattavasti. Korkeatasoinen kliininen tutkimus ei ole pitkään ollut kuntien omistamien yliopistosairaaloiden prioriteetteja.

Suomalaiset kliiniset tutkimusryhmät ovat pääsääntöisesti pieniä ja koostuvat tyypillisesti ryhmänjohtajasta ja muutamasta väitöskirjatyöntekijästä. Valtaosa kliinisestä tutkimuksesta toteutetaan väitöskirjatöinä, ja tutkijatohtorivaiheen ja sitä varttuneempien kliinisten tutkijoiden osuus on varsin pieni. Tutkimustyölle ei löydy enää yliopistosairaalsakaan aikaa seniorilääkäreiden päiväohjelmasta, vaan yleensä tutkimustyötä joudutaan harrastamaan normaalin työajan ulkopuolella. Tutkimustyön byrokratisoituminen laajentuneine lupamenettelyineen nostaa uusien tutkimusprojektien aloittamisen kynnyksestä. Kliinisen tutkijan urakehitys on varsin epävarma, ja toistaiseksi ei ole sairaalamaailmassa juuri virkoja, jotka yhdistäisivät kliinisen ja tieteellisen työn joustavalla tavalla. Tutkimustyön taloudelliset kannustimet puuttuvat jokseenkin kokonaan Suomessa. Kliininen tutkimustyö johtaa melkein poikkeuksetta lääkärin palkkatason laskuun.



**Kuva 6.** Tutkimus-EVO:n\* kehitys valtion tutkimusrahoituksessa 1997–2008 (2009 taesumma).

Lähde: Sosiaali- ja terveysministeriö 2009.

\* Yliopistosairaaloissa tehtävään tutkimukseen ohjautuva erityisvaltionosuus.

## Tutkimuksen laatu

Kliininen tutkimus on perinteisesti ollut Suomen tieteen vahvuusaloja. Tulevaisuuden näkymät eivät ole yhtä ruusuiset ilman erityistoimenpiteitä. Kansainvälinen kilpailu kliinisen tutkimuksen alalla on kiristymässä, ja ensimmäiset merkit suomalaisen kliinisen tutkimuksen tason suhteellisesta laskusta ovat jo havaittavissa. Suomalaisten kliinisen lääketieteen julkaisujen keräämä suhteellinen viittaussuure kasvoi voimakkaasti 1980-luvun alkupuolesta vuosituhannen vaihteeseen, mutta 2000-luvulla kehitys kääntyi: vuonna 2005 suhteellinen viittaussuure oli samalla tasolla kuin 1990-luvun alussa (Karlsson & Jonsson 2009).

Bibliometrisillä mittareilla mitattuna suomalaisen kliinisen tutkimuksen laatu on kansainvälisesti edelleen hyvä. Suomalaisiin julkaisuihin viitataan enemmän kuin saman alan julkaisuihin maailmassa keskimäärin (Karlsson & Jonsson 2009). Suomalainen kliininen tutkimus edustaa eräiltä osin maailman kärkeä, kuten esimerkiksi sydän- ja verisuonisairauksien ja diabeteksen tutkimus, neurologinen tutkimus ja kuvantamistutkimukset. Kliinisellä tutkimuksella on Suomessa selkeitä kilpailuetuja. Korkea koulutustaso, toimiva julkinen terveydenhuolto, laajat rekisterit ja näyttekokoelmat sekä väestön myönteiset asenteet lääketieteelliselle tutkimukselle luovat hyvää pohjaa kliinisen tutkimuksen laadun kehittämiseksi.

## Alan kehittäminen

- Kliinisiä tutkimusryhmiä on kannustettava asettamaan entistä kunnianhimoisempia tavoitteita. Akatemian rahoitus kliiniselle tutkimukselle on suunnattava niin, että se tukee tätä tavoitetta.
- Valtion tulee lisätä panostustaan kliiniseen tutkimukseen, kuten muut johtavat kliinisen tutkimuksen maat ovat jo tehneet tai suunnittelevat tekevänsä lähivuosina.
- Akatemian on tuettava valtakunnallisen kliinisen tutkijakoulun toiminnan kehittämistä.
- Akatemian tulee vakinaistaa kliinisten tutkijoiden tukimuodot.
- Kliiniselle tutkijalle on luotava selkeä urapolku.
- Kliinistä tutkimusta tekevien ryhmien kokoa tulee kasvattaa, ja etenkin väliportaana tutkijoiden tukea tulee lisätä. Tulisi myös luoda tukimuotoja,

jotka mahdollistavat entistä paremmin koulutettujen kliinikoiden osallistumisen tutkimustyöhön muun muassa erikoistumisaikaan. Tutkijatorivaiheen tutkijoita tulee saada mukaan kliinisiin tutkijaryhmiin.

- Kliiniselle tutkimustyölle on luotava selkeät kannustimet yliopistosairaaloihin.
- Osa kasvavasta panostuksesta on suunnattava yliopistosairaaloiden uusien verkkojen perustamiseen, jotka joustavalla tavalla yhdistävät tutkimustyön kliiniseen työhön. Tutkimustyön osuus voisi vaihdella 30:sta 50 prosenttiin.
- Yliopistosairaaloiden johtavaa roolia kliinisen tutkimuksen suorituspaikkana tulee vahvistaa. Tämä saattaa edellyttää yliopistosairaaloiden siirtymistä valtion omistukseen, jotta voitaisiin kehittää sairaaloiden tutkimusympäristöjä kannustaviksi ja houkutteleviksi.
- Kuhunkin yliopistosairaalaan on perustettava kliinisen tutkimuksen keskus, joka tarjoaa kliinisille tutkijoille heidän tarvitsemansa palvelut. Tutkijalähtöisiä kliinisiä kokeita varten tulee luoda valtakunnallinen tai pohjoismainen koordinaatiokeskus, joka tarjoaa omakustannushintaan tutkijoille kliinisten kokeiden edellyttämät palvelut tietokantoinen ja tilastanalyysiin. Näin tutkijat voivat keskittyä varsinaiseen tutkimustyöhön.

## Farmasia

### Alan tila vuonna 2008

Farmasian tehtävänä on edistää lääkeaineita, lääkkeitä ja lääkehuoltoa koskevaa tieteellistä tutkimusta, lääkkeiden valmistuksen ja käyttötaidon sekä lääkeaineiden- ja valmisteiden kehittämisen korkeinta osaamista Suomessa. Farmasian tutkimuskenttä kattaa laajan alueen lääketutkimusta. Lääketutkimus sisältää muun muassa tietokoneavusteista mallitusta, bioaktiivisten yhdisteiden seulontaa sekä lääkeaineiden bioteknistä ja synteettistä valmistusta sekä analyttistä osaamista. Farmasian tehtävänä on kehittää lääkeaineille niin fysikaalisesti kuin biologisestikin käyttökelpoisia lääkemuotoja ja niiden valmistukseen tarvittavia teknologioita. Keskeistä on myös lääkkeiden farmakologisten, toksikologisten ja terapeuttisten ominaisuuksien sekä lääkkeiden yhteiskunnallisten merkitysten selvittäminen. Farmasian

tutkimuksessa suositaan monitieteistä lähestymistapaa, jossa ongelma-alueita analysoidaan lähinnä soveltavien luonnontieteiden, lääketieteiden, terveystieteiden ja osin myös yhteiskuntatieteiden näkökulmasta. Farmasia muodostaakin omalta osaltaan tieteiden välisen ”mikrokosmoksen”.

Farmasian tutkimusala on Suomessakin laaja. Ensimmäinen kotimainen farmasian väitöskirja julkaistiin 1962 (FaT Elna Nieminen). Laajuudestaan huolimatta farmasian tutkimus Suomessa on kehittynyt nousujohteisesti viimeisen 25 vuoden aikana. Tekesin teknologiaohjelmien, erityisesti Lääke 2000-ohjelman, merkitys alan tutkimuksen kehitykselle on ollut suuri viime vuosina. Farmasia tarjoaa korkeatasoista tutkimukseen perustuvaa opetusta farmaseutin ja proviisorin tutkintoon johtavassa koulutuksessa ja näiden alojen tieteellisessä jatkokoulutuksessa kahdessa yliopistossa (Helsinki ja Kuopio), sekä ruotsinkielisenä farmaseutin tutkintoon johtavaa opetusta ja tieteellistä tutkimusta Åbo Akademiassa. Helsingin ja Kuopion yliopistoissa farmasian yhteydessä toimivat myös erilliset lääketutkimuskeskukset. Farmasian ala on hyvin verkottunut Suomessa.

Farmasian tutkijakoulu on valtakunnallinen, Helsingin ja Kuopion yliopistojen yhteinen, tutkijakoulu, jonka toiminta on alkanut vuoden 1998 alussa. Se on tärkeä lisäresursointi tohtorikoulutuksessa, joskin koulutuspaikkoja on rajoitetusti. Kaikki farmasiasta valmistuneet tohtorit työllistyvät hyvin. Farmasian tutkijakoulu tuottaa nuoria tohtoreita lääketutkimuksen, -tuotekehityksen, -valvonnan ja -jakelun tehtäviin. Tutkijakoulu kuuluu nykyään FinPharmaNet-tutkijakouluverkostoon.

Alalla tutkijoiden määrä on pieni. Akateemisten tutkijoiden vähäisyyden takia ala on haavoittuva ja riippuvainen muutamasta avainhenkilöstä. Suomessa farmasian tohtorit sijoittuvat hyvin (myös teollisuuteen). Proviisoreilla on hyvät palkat, joten akateemista uraa jatkavat tutkijat tuntevat olevansa haavoittuvassa asemassa. Farmasiaa voitaisiin kuitenkin hyödyntää muilla tutkimusaloilla tehokkaammin, jolloin tutkijoiden kriittinen massa myös kasvaisi.

Tekesin Lääke 2000 -ohjelma päättyi vuonna 2006. Nyt ollaan murrosvaiheessa lääketutkimuksen rahoituksessa. Tekes hakee nykyisin nopeaa sovellusta rahoittamaltaan tutkimukselta. Toisaalta Teke-

sistä saatu hyvä rahoitus on tehnyt tutkijoista joutilaita hakemaan uutta rahoitusta. EU-rahoitusta on onnistuttu saamaan kohtalaisen hyvin, mutta Suomen Akatemian rahoitus on ollut vähäisempää, joskin se on lisääntynyt.

### Tutkimuksen laatu

Farmasian kehittämisen pääpainopistealueet ovat tieteellisen ja käytännön tiedon integraatio ja tieteen edistäminen sekä tutkimukseen perustuva opetus, jota hyödynnetään myös tohtoriopiskelijoiden rekrytointikanavana. Lääketutkimuskeskukset ovat myös houkutteleet ulkomaalaisia tutkijoita. Alan tutkimus on hyvällä ja osin erinomaisella kansainvälisellä tasolla, mikä on nähtävissä 2000-luvulla toteutetuista yliopistojen kansainvälisistä tutkimuksen arvioinneista (Haila, Holm & Niemelä 2006; Pellinen, Liikanen & Kalliokoski 2008). Myös viittaus-tiedot tukevat sitä, että suomalainen farmasian tutkimus on hyvää. Uusien lääkkeenantoteknologioiden (bioteknologiset lääkkeet, geenilääkkeet) ja uusien antotapojen tutkimus, on varsin hyvää kansainvälistä tasoa. ADMET-alueiden tutkimukset (absorption, distribution, metabolism, excretion, toxicology) ovat kansainvälisesti tunnustettuja. PAT- (process analytical technology) ja materiaalitutkimukset ovat hyvää kansainvälistä tasoa. Kattava lääkekemian tutkimus on kehittymässä. Suomi on osin erittäin vahva farmakognosiassa, (farmaseuttisessa) farmakologiassa ja sosiaalifarmasiassa.

Koska alalla on pieni määrä tutkijoita alan laajuuteen nähden, farmasia ei ole pystynyt tarpeeksi panostamaan esimerkiksi iäkkäiden ja lasten lääkevalmisteiden farmakodynamiikan ja -kinetiikan sekä formulointiin liittyvään tutkimukseen. Farmasiassa tulisi olla myös merkittävämpi rooli lääkehoidon yhteiskunnallisen merkittävyyden tutkimuksessa esimerkiksi farmakoekonomian kautta.

### Alan kehittäminen

- Farmasia kannattaisi arvioida pohjoismaisella tai jopa eurooppalaisella tasolla, jotta saataisiin vertaisarviot sen kansainvälisestä tasosta. Farmasiaa on arvioitu jo useamman kerran yksikköinä, joita on kuitenkin vain kaksi.
- Farmasian tutkijoita kannustetaan aktiivisesti hakeutumaan ja osallistumaan erilaisten kansallisten

ja kansainvälisten tieteellisten organisaatioiden toimintaan sekä osallistumaan kansainvälisten tieteellisten kokouksien järjestämiseen lisätäkseen suomalaisen farmasian näkyvyyttä ja vaikuttavuutta.

- Rahoituspohjan laajentaminen ja erityisesti EU-rahoituksen parempi hyödyntäminen on tärkeää.
- Lääkekehityksen translationaalisessa vaiheessa farmasian ja biolääketieteen yhteistyötä pitäisi lisätä, jotta edettäisiin joustavammin kliinisiin tutkimuksiin. Tämä mahdollisuus kasvaisi, jos isomalle, monitieteiselle hankkeelle voisi samalla kertaan hankkia yhdestä kotimaisesta lähteestä rahoituksen.
- Tutkijatohtorijärjestelmän kehittäminen on yhä edelleen tärkeää.
- Sosiaalifarmasian ja kansanterveystieteen tutkimusyhteistyötä tulisi lisätä.

## Hoitotiede

---

### Alan tila vuonna 2008

Hoitotieteen tutkimus Suomessa muotoutui itsenäiseksi tutkimusalaksi 1980-luvun alkupuolella. Nyt alan tutkimusta tehdään viidessä yliopistollisessa hoitotieteen laitoksessa ja lisäksi esimerkiksi perusterveydenhuollon yhteydessä. Suomen Akatemia teki vuonna 2003 hoitotieteen tieteenala-arvioinnin (Academy of Finland 2003). Siinä todettiin, että hoitotieteen alalle oli varsin nopeasti kehittynyt monipuolinen tutkimusta tukeva rakenne. Hoitotieteen laitoksiin on syntynyt kasvavia tutkimusryhmiä, tohtorikoulutus on valtakunnallisesti järjestäytyntä ja kansainväliset yhteydet ovat hyvin kehittymässä. Vuonna 2005 Suomen Akatemian terveydentutkimuksen toimikunta suuntasi 600 000 euroa erityisrahoitusta hoitotieteen tutkimukseen ja tähän liittyvä vaikuttavuuden arviointi suoritetaan vuonna 2010.

### Tutkimuksen laatu

Vuonna 2003 suoritetun tieteenala-arvion mukaan hoitotieteeseen on hyvää vauhtia kehittymässä hyvätasoisia tutkimusryhmiä. Edelleen on kuitenkin alueita, joille tarvittaisiin lisää varttunutta tutkijakuntaa. Tällaisia hoitotieteen alueita ovat esimerkiksi mielenterveysala ja gerontologinen hoitotiede.

Tällä hetkellä hoitotieteen tohtorikoulutuksen

näkökulmat ovat erityisen positiiviset, sillä tohtorin tutkinnon suorittaneiden sijoittuminen työelämään on ollut kitkatonta. Hoitotieteen haasteet liittyvät läheisesti terveydenhuoltojärjestelmämme ja tutkimusjärjestelmämme yhteistyön ja -toiminnan kehittämiseen.

### Alan kehittäminen

- Nuorella tieteen alalla, kuten hoitotiede, on erityisen tärkeää synnyttää tohtorikoulutuksen kautta riittävän vahva varttuneiden tutkijoiden joukko, jotta pystytään kattamaan edes kansallisesti keskeiset tutkimuskohteet.
- Valtakunnallisen tutkijakoulun vahvistuminen on keskeinen tavoite alan kehittämisessä.
- Kliinisen tutkimuksen ohella hoitotieteellinen tutkimus on riippuvainen terveydenhuoltojärjestelmän ja tutkimusjärjestelmän kyvystä toimia yhteistyössä. Tutkimusalalla tulee jatkaa hyvin alkanutta kansallisten verkostojen vahvistamista ja pyrkiä luomaan entistä kiinteämmät yhteydet pohjoismaiseen ja eurooppalaiseen tiedeyhteisöön.

## Kansanterveystiede

---

### Alan tila vuonna 2008

Suomalainen kansanterveystieteellinen tutkimus on kansainvälisesti kilpailukykyistä. Aihepiirin tutkimuksella on selkeä yhteiskunnallinen relevanssi ja tutkimuksen avulla kehitetyt toimintamallit tuottavat suoria terveyshyötyjä. Ala on saanut tutkimusrahoitusta paitsi Akatemiasta myös eurooppalaisista tutkimusohjelmista ja Yhdysvalloista. Alan innovaatioilla ei välttämättä ole kaupallista potentiaalia, joten Tekes ja Sitra eivät ole juurikaan suunnanneet rahoitusta alalle. Myös EVO-rahoitus on ollut vähäistä, eivätkä alan tutkimustiedon hyödyntäjät kuten sosiaali- ja terveysministeriö ja Kuntaliitto ole toimineet merkittävinä tutkimuksen rahoittajina. Tämän vuoksi alan riippuvuus Akatemian rahoituksesta on monia muita terveyden tutkimuksen aloja suurempi.

Kansanterveyden alalla on yksi tutkijakoulu, joka kattaa kaksi yliopistoa ja valtion tutkimuslaitoksia. Lisäksi osin aihepiiriä kattavat myös ympäristöterveyden sekä sosiaali- ja terveyshallinnon tut-

kijakoulut. Suomen hyvän maineen ansiosta alalle on hakeutunut myös ulkomaisia tutkijoita. Alan kehittymisen kannalta olisi suotavaa että maahan onnistuttaisiin houkuttelemaan myös senioritason tutkijoita.

### Tutkimuksen laatu

Suomessa on useita suurten kansantautien epidemiologiseen tutkimukseen keskittyneitä tutkimusryhmiä, jotka ovat kansainvälistä huippua tai lähellä sitä. Väestötasoiset interventiot ovat selkeä vahvuusalue, myös geneettinen epidemiologia on ollut menestyksekkästä. Kliininen epidemiologia on Suomessa lapsenkengissä, vaikka sille olisi erinomaiset edellytykset interventiotutkimusten perinteen ansiosta.

Terveystaloututkimukselle mukaan lukien terveystaloustieteelliset tutkimukset olisi Suomessa erinomaiset edellytykset, mutta ala ei ole vielä lähellä kansainvälistä kärkeä, joskin kehitystä on tapahtunut. Perusterveydenhuollon tutkimus on vähäistä ja se kaipaisi kehittämistä. Vanhusväestön terveyttä ja toimintakykyä koskeva tutkimus tulee yhä tärkeämmäksi ja alalla on joitain hyvätasoisia tutkijaryhmiä. Lasten sairauksien syytekijöitä koskeva lääketieteellinen tutkimus on myös korkeatasoista. Käyttäytymistieteellisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimusotteen soveltamisessa kansanterveyskysymyksiin on Suomessa yksittäisiä korkeatasoisia tutkijaryhmiä. Terveyskäyttäytymiseen vaikuttaminen on keskeinen tutkimusalue, jonka kehittämistä tarvitaan jotta pystyttäisiin vaikuttamaan hyvin tunnettuihin riskitekijöihin (mm. liikunnan puute, epäterveellinen ruokavalio, alkoholin kulutus ja tupakointi), jotka ovat kehittyneet huolestuttavasti suomalaisväestössä viime aikoina.

### Alan kehittäminen

- Kysely- ja haastattelututkimuksiin osallistuminen on Suomessa perinteisesti ollut aktiivista, mutta osallistuminen on selvästi vähentynyt. Kansanterveystutkimuksen kannalta ongelma on suomalainen tulkinta tutkimuksen eettisistä säännöistä, joiden mukaan kyselytutkimukseen osallistumisesta ei voida maksaa palkkiota. Useissa muissa maissa palkkiokäytäntö on hyväksytty tutkimuksissa, joihin ei liity riskejä.

- Kansanterveystutkimus sijoittuu usein toimikuntien rajapinnalle, sillä yhteistyö terveystieteiden sekä esimerkiksi käyttäytymistieteiden ja yhteiskuntatieteiden välillä on osoittautunut tutkimuksessa menestyksekkääksi. Moni- ja poikkitieteellisen tutkimuksen tunnistaminen ja kannustaminen Akatemian arviointikäytännöissä on sen vuoksi alan kannalta tärkeää.

### Liikuntatiede

#### Alan tila vuonna 2008

Suomen liikuntatieteellinen tutkimus on keskittynyt Jyväskylän yliopiston liikuntatieteelliseen tiedekuntaan. Liikuntalääketieteellistä ja liikuntafysiologista tutkimusta tehdään Jyväskylän yliopiston lisäksi viidessä opetusministeriön tukemassa liikuntalääketieteen yksikössä (Helsinki, Kuopio, Tampere, Turku ja Oulu). Tämän lisäksi erityisesti liikunnan terveysvaikutuksiin liittyvää tutkimusta tehdään lääketieteellisissä tiedekunnissa ja joissakin sektoritutkimuslaitoksissa. Liikuntatieteellinen tutkimus keskittyy liikunnan terveysvaikutuksiin, liikuntabiologiaan, liikuntasosiologiaan ja liikuntapedagogiikkaan. Suomen Akatemian terveyden tutkimuksen toimikunta on päättänyt toteuttaa liikuntatieteen tieteenala-arvioinnin vuonna 2010.

### Tutkimuksen laatu

Vuonna 2005 tehdyssä Jyväskylän yliopiston tutkimuksen arvioinnissa todettiin sekä terveystieteisiin että liikuntabiologiaan liittyvä tutkimus kansainvälisesti varsin hyvätasoiseksi (University of Jyväskylä 2005). Lääketieteellisissä tiedekunnissa on viime vuosina tehty erittäin arvokasta liikunnan terveysvaikutuksiin liittyvää tutkimusta. Esimerkkeinä mainittakoon fyysisen aktiivisuuden mahdollisuudet lihavuuden ja tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä. Liikunnan sosiaalitieteisiin ja liikuntapedagogiikkaan liittyvä tutkimus on muutamain poikkeuksin jäänyt toistaiseksi lähinnä kansalliseksi.

### Alan kehittäminen

- Liikuntatieteellisen tutkimuksen suuret tulevaisuuden haasteet liittyvät liikunnan terveysvaikutuksiin ja erityisesti tutkimukseen, jonka avulla voitaisiin puuttua lasten ja nuorten terveyttä edis-

tävään liikuntaan. Terveystieteellisen ja liikunta-biologisen tutkimuksen lisäksi tämä edellyttää vahvaa panosta sekä liikuntasosiologian että liikuntapedagogiikan tutkimukselta.

- Toinen suuri haaste liittyy ikääntyvän väestön sellaisen terveyttä ylläpitävään liikunnan eri muotojen kehittämiseen, jotka väestö omaksuu osaksi jokapäiväistä elämää. Tässä yhteydessä teknologian kehitystarpeiden ja hyvän liikuntatieteellisen perustutkimuksen yhteensovittaminen voisi avata uusia mahdollisuuksia sekä väestön liikuntatottumusten parantamiseen että luoda uusia korkean teknologian työpaikkoja. Erityisen haasteellista on kehittää aidosti liikunnan yksilöön ja yhteiskuntaan liittyviä vaikuttavuutta mittaavia menetelmiä.
- Liikuntatieteellisen perustutkimuksen rahoitus on tällä hetkellä sekä Suomen Akatemian että opetusministeriön liikuntatieteen jaoston vastuulla. Tulevaisuudessa tulee harkita kriittisesti tämän kaksipäisen järjestelmän etuja ja haittoja, jotka tulisi selvittää esimerkiksi laaja-alaisessa sekä tutkimusta että liikuntaa edustavien henkilöiden työryhmässä. Työryhmän tulisi selvittää liikunnan terveys- ja yhteiskunnallisten vaikutusten tutkimuksen tila ja laatia konkreettinen suunnitelma tutkimuksen vaikuttavuuden parantamiseksi.

## Ravitsemustiede

### Alan tila vuonna 2008

Ravitsemustieteen pääaineen oppituolit sijaitsevat Helsingin ja Kuopion yliopistoissa. Tämän lisäksi ravitsemustieteellistä tutkimusta tehdään muun muassa Turun yliopistossa (Functional Food Forum) ja sektoritutkimuslaitoksissa (mm. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos ja Työterveyslaitos). Ravitsemustutkimus pohjautuu fysiologiaan, biokemiaan, kliiniseen ja kansanterveystutkimukseen, molekyylibiologiaan ja elintarviketieteisiin. Ravitsemustutkimuksessa voidaan käyttää myös käyttäytymis- ja sosiaalitieteiden ja taloustieteiden menetelmiä. Näin ollen ravitsemustutkimuksen menetelmät ulottuvat molekyyli lääketieteen ja biokemian menetelmistä aineenvaihduntatutkimuksiin, kliinisiin interventioihin, epidemiologisiin väestötutkimuksiin, kuluttajatutkimuksiin ja terveystaloustieteen näkökohtiin.

Keskeinen tavoite ravitsemustutkimuksessa on ylläpitää sekä yksilön että väestön terveyttä ja ehkäistä ja hoitaa sairauksia ravinnon keinoin. Vaikka pääaineen virkapohja on pieni käsittäen neljä professuuria ja muutaman opettajan sekä Helsingin että Kuopion yliopistoissa, kasvanut ulkopuolinen rahoitus on mahdollistanut tutkijoiden lukumäärän lisääntymisen ja ravitsemustutkimuksen kasvun. Ravitsemustieteellä ei ole omaa tutkijakouluja, mutta jatkokoulutettavat ovat voineet hakeutua valtakunnalliseen soveltavien biotieteiden ABS-tutkijakouluun tai Kansanterveyden tutkijakouluun. Vuosittainen uusien tohtorien lukumäärä on 5–10.

### Tutkimuksen laatu

Suomen Akatemia teetti ravitsemustieteen tutkimuksen arvioinnin vuosien 2000–2004 ajalta (Academy of Finland 2006). Tämän lisäksi Kuopion yliopiston tutkimuksen vuodet 2000–2006 kattaneessa kansainvälisessä arvioinnissa kliinisen ravitsemustieteen yksikkö arvioitiin uudelleen (Pellinen, Liikainen & Kalliokoski 2008). Näissä arvioinneissa ravitsemustieteellisen tutkimuksen taso todettiin korkeatasoiseksi ja kilpailukykyiseksi myös kansainvälisesti ja ravitsemustutkimuksen tulosten todettiin muun muassa edesauttaneen ravitsemussuosituksen laatimista eri maissa. Arvioinneissa nostettiin esille myös suuret väestöinterventiot, jotka ovat tuottaneet koolti uutta tietoa kroonisten sairauksien vaaran vähentämisestä ravitsemuksen keinoin. Suomalainen ravitsemustutkimus nähtiin arvioinneissa innovatiivisena pioneerina, jonka tuottamia tuloksia on hyödynnetty kehitettäessä uusia terveysvaikutteisia elintarvikkeita. Ravintokäyttäytymisen ja ruokahalun säätelyn tutkimus nähtiin myös korkeatasoisena ja maassamme pitkälle vietyä.

Tutkimuslaitosten julkaisuaktiiviteetti on hyvä ja toteutuu korkeatasoisissa kansainvälisissä sarjoissa. Ravitsemustieteen tutkimus on mukana yhdessä Suomen Akatemian tutkimuksen huippuyksikössä ja kahdessa pohjoismaisessa ravitsemus- ja elintarviketutkimuksen huippuyksikössä. Sekä kotimainen että kansainvälinen verkottuminen tutkimusyhteistyössä on hyvää. Uuden tiedon ja tutkimustulosten hyödyntäminen yhteisön tarpeisiin, muun muassa hoitokäytäntöihin ja ravitsemussuosituksiin, ja yhteistyö teollisuuden kanssa on tiivistä.

## Alan kehittäminen

- Ravitsemustutkimuksen ongelmia ovat budjetti-rahoituksen niukkuus, jonka seurauksena suuret opetusvolyymit haittaavat tutkimusta, tutkijavirkojen puuttuminen, tutkimusta tukevan infrastruktuurin puutteellisuus sekä tohtorikoulutettavien ja varsinkin tutkijatohtorivaiheen tutkijoiden liikkumattomuus. Varsinkin kansainvälisen tohtorikoulutuksen ja eri tutkijayhteisöissä työskentelemisen puute ei ole pelkästään tutkijatohtorivaiheen tutkijoiden ongelma, vaan se koskee myös senioritason ravitsemustutkijoita.
- Tasokkaan ja pitkäjänteisen ravitsemustutkimuksen rahoituksen turvaamiseksi tarvitaan rehellistä dialogia kaikkien rahoittajatahojen kesken, mukaan lukien myös elintarvike- ja lääkealan teollisuus. Tällöin voidaan testata perustutkimuksen metodiikalla saatujen havaintojen toimivuutta kliinisissä interventioissa ja tuotteistaa lupaavimmat hyvän ravitsemuksen keinoin saadut tulokset terveyden ylläpitämiseksi ja edistämiseksi.

## Ympäristöterveys ja työterveys

### Alojen tila vuonna 2008

Ympäristöterveyden tutkimus on suhteellisen nuori, mutta merkittävän panoksen antanut tieteenala, jota on harjoitettu maassamme noin reilun neljän vuosikymmenen ajan. Ympäristöterveyden tutkimus kohdistuu ympäristön ja terveyden välisiin vuorovaikutussuhteisiin tarkoituksena tuottaa tietoa, jonka avulla voidaan ylläpitää tai parantaa sekä väestön että yksilön psyykkistä, fyysistä ja sosiaalista terveyttä. Tutkimuksessa selvitetään usein vähittäisiä muutoksia ja vaikutuksia, jotka johtavat terveydelle epäedullisiin ilmiöihin. Terveystietä puhuttaessa ympäristö määritellään kaikeksi, joka on yksilön ulkopuolella.

Ympäristöterveyden tutkimus on tieteidenvälistä ja monitieteistä. Sillä on suuri yhteiskunnallinen tilaus ympäristömme muuttuessa voimakkaasti sekä globaalisesti että paikallisemmin. Ympäristöterveyden tutkimuksen kysymyksenasettelut ovat usein kansainvälisiä. Ympäristön ja terveyden välisiä suhteita tutkitaan monenlaisista näkökulmista, eri aikajänteillä ja eri tieteenalojen lähestymistavoilla. Ympäristöterveyden tutkimukselle ja sen edellytyksille

on myös ominaista se, että jokin yksittäinen tutkimuksessa hyödynnettävä tieteenala on hyvin pitkälle kehittynyt, mutta saatavan tiedon soveltaminen ympäristöterveyskysymyksiin on vasta alussa.

Työterveyden tutkimus muodostaa itsenäisen tutkimusalueensa ympäristöterveystutkimuksen monitahoisessa kentässä. Terveys ja toimintakykyisyys ovat työnteon tärkeimmät edellytykset. Suomessa työikäisen väestön määrä on tällä hetkellä noin 2,5 miljoonaa ja Euroopan unionissa noin 260 miljoonaa. Työterveyden tutkimuksella, erityisesti ehkäisevillä ja terveyttä edistävillä toimilla, on siis suuri yhteiskunnallinen vaikuttavuus.

Ympäristöterveyden ja työterveyden tutkimusta tehdään useissa maamme yliopistoissa, mutta aloille on luonteenomaista vahvat tutkimustraditiot sektoritutkimuslaitoksissa. Ympäristöterveyden alan tutkijat ovat kansainvälisesti erittäin hyvin verkostoituneita ja myös kansallisesti hyvin linkittyneitä, ja yhteistyötä tehdään paljon.

Ympäristöterveyden alalla tohtorikoulutusta annetaan esimerkiksi Ympäristöterveyden, Kansanterveyden ja Suomen toksikologian tutkijakouluissa. Osa tutkijankoulutuksesta annetaan tutkimusryhmissä, jotka eivät muodollisesti ole osa opetusministeriön tukemaa tutkijakoulujärjestelmää. Työterveyden tohtorikoulutus tapahtuu enimmäkseen tutkimusryhmissä. Monet tohtorikoulutettavat kuuluvat esimerkiksi Kansanterveyden tutkijakouluun, Kansalliseen tuki- ja liikuntaelämäntieteiden tutkimuskeskukseen tai Ympäristöterveyden tutkijakouluun. Työterveyden alalla toimii myös työterveyslääkäreiden tutkijakoulu, joka ei kuitenkaan toistaiseksi ole ollut osa opetusministeriön tukemaa tutkijakoulujärjestelmää.

### Tutkimuksen laatu

#### *Ympäristöterveys*

Ympäristöterveydessä suomalaisella tutkimuksella on monia vahvuusalueita, mikä näkyy muun muassa suomalaisten tutkijoiden saamassa EU-rahoituksessa sekä tunnustetussa asemassa esimerkiksi Euroopan unionin ja Maailman terveysjärjestön asiantuntijoina. Tutkimusosaaminen on vahvaa erilaisten terveyteen haitallisesti vaikuttavien fyysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden tutkimisessa. Eri-



tyisesti kemikaalien aiheuttamien terveyshaittojen riskinarvioinnissa suomalainen ympäristöterveyden tutkimus on kansainvälisessä eturintamassa. Myös altistumisen ja altistumisreittien tutkimisessa suomalainen ympäristöterveyden tutkimusosaaminen on erittäin hyvää ja sillä on kansainvälisesti tunnustettu asema.

Laajat väestötutkimukset, jotka lähestyvät ympäristöterveyttä sairauksien näkökulmasta, ovat yksi ympäristöterveydessä erottuva merkittävä tutkimusalue. Ympäristöterveyden tutkimus kohdistuu myös vaikutusmekanismeihin, joiden tutkimisessa se käyttää nykyaikaisen biolääketieteen menetelmiä. Terveyttä edistäviin tekijöihin keskittyvä tutkimus on toistaiseksi enemmän alussa, joskin esimerkiksi ravintotottumusten ja -tekijöiden terveyttä edistävien vaikutusten tutkimisessa on jo jonkin verran tutkimuserinteitä.

Sekä ympäristöterveyden että työterveyden tutkimuksessa on alettu hyödyntää laaja-alaisesti vahvaa suomalaista geenitutkimuksen osaamista. Nopeasti karttuva geenitieto yhdistettynä hyviin rekisteritietoihin tarjoaa hyvät mahdollisuudet tutkia monipuolisesti ihmisen perimän ja ympäristötekijöiden välisiä vuorovaikutuksia. Kulttuurisiin vaikutuksiin on ympäristöterveyden tutkimuksessa sen sijaan kiinnitetty toistaiseksi vain vähän huomiota.

Ympäristöterveyden vahvoihin tutkimusalueisiin kuuluu ilmaansaasteiden terveysvaikutuksiin kohdistuva tutkimus. Erityisesti pienhiukkasten vaikutuksia sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen on paljon tutkittu muun muassa sydän- ja verisuonitauteihin sekä hengityselinten sairauksiin liittyen. Sisäilman altisteiden terveysvaaroihin, kuten kosteusvauriorakennuksiin liittyvään homealtistukseen, on kohdistettu paljon tutkimusta. Myös talousvesien kautta tapahtuvaa altistumista sekä biologisille ja kemiallisille tekijöille että ionisoivalle säteilylle on tutkittu runsaasti ja menestyksellä ympäristöterveyden näkökannalta. Samoin ravinnon kautta tapahtuva altistuminen ja sen terveysriskien arviointi on tärkeä ja tunnustettu tutkimusalue. Erilasten päästöjen saastuttamiin maa- ja vesialueisiin liittyvät tutkimukset ja uudet ratkaisut ovat yksi merkittävä tutkimusalue suomalaisessa ympäristöterveyden tutkimuksessa. Säteilyn – sekä ionisoimattoman että ionisoivan – tutkimus on vahvaa ja tulokset laajasti yhteiskunnan käytössä.

## *Työterveys*

Työterveyden ylläpitämiseen ja edistämiseen tähtäävän tutkimuksen vahvoja alueita ovat työympäristössä esiintyvien ja terveyttä haittaavien tekijöiden tutkiminen sekä tutkimus, jonka avulla pyritään säilyttämään työikäisen väestön työ- ja toimintakyky hyvänä ehkäisevän lääketieteen keinoin. Työterveyshuollot ovat työ- ja toimintakyvyn ylläpidossa ja terveyden edistämisessä keskeisiä toimijoita ja siksi työterveyshuoltojärjestelmään kohdistuvaa tutkimusta tarvitaan järjestelmän jatkuvan kehittymisen turvaamiseksi muuttuvan työelämän tarpeiden mukaisesti.

Työterveyden tutkimusta luonnehtivat muun muassa vahva moniammatillinen tutkimustraditio, epidemiologinen ja työlääketeollinen osaaminen sekä kansallisten terveys- ja väestökistereiden käyttö. Suomen kattava työterveyshuoltojärjestelmä tarjoaa hyvän pohjan myös kokeellisille lähestymistavoille työikäiseen väestöön kohdennettujen toimenpiteiden vaikutuksien selvittämiseksi.

Työterveyden kannalta tärkeitä tutkimusalueita ovat mielenterveys, tuki- ja liikuntaelinsairaudet, hengityselinsairaudet, yliherkkyyssairaudet sekä psykososiaaliset tekijät ja niihin liittyvä sairastaminen. Myös yleisten kansantautien työperäisen syyosuuden tunnistaminen ja ehkäisytoimien käytännön mahdollisuuksien selvittäminen ovat työterveystutkimuksen uusia haastavia alueita. Työperäisen syövän riskitekijöihin – sekä olemassa oleviin että uusiin – kohdistuva tutkimusosaaminen on vahvaa ja kansainvälisesti tunnustettua. Uusi, nopeasti kasvava tutkimusalue on synteettisten nanohiukkasten terveysvaikutustutkimus, joka tukeutuu vahvasti pienhiukkastutkimuksen perinteeseen. Toisenlaista esimerkkiä uusiin riskitekijöihin kohdistuvasta alueesta edustaa tutkimus, joka selvittää teknologiain- tensiivisestä ja informaatorakenteeltaan monimutkaisesta tietotyöstä ihmisen kognitiiviselle toimintakyvyllä aiheutuvia vaikutuksia. Yleensäkin aivosairauksien yhteydestä ympäristötekijöihin ja kansantauteihin tarvitaan lisää tietoa.

Yhteiskunnallisten päätösten ja toimien tueksi tarvitaan korkeatasoista ja monipuolisesti ympäristön ja terveyden vuorovaikutuksia selvittävää tutkimusta ja kehitystyötä. Tästä ennakoitua globaalit ilmastomuutokset ja niihin liittyvät vaikutukset ym-

päristöterveyteen tai Suomen väestön ikääntymisen seurauksena odotettava työvoimapula eivät ole vähäisimpiä esimerkkejä. Alueen tutkimukseen kohdistuu siis huomattavia odotuksia ja panostuksen tulisi olla tämän mukaista.

### Alojen kehittäminen

- Hyvä ja monipuolinen tutkimuksen infrastruktuuri on tärkeä edellytys sekä menestykselle ympäristöterveyden että työterveyden tutkimukselle.
  - Altistumisen ja altistumisreittien tarkka selvittäminen on tärkeä alue, joka tarvitsee kehittämistä edelleen varsinkin, kun tutkimuksen kohteena ovat usein hyvin pienet pitoisuudet, joiden tutkiminen vaatii erittäin kalliita tutkimuslaitteistoja.
  - Keskeistä on hyvä tietopohja, erityisesti kansalliset korkeatasoiset väestö- ja terveysrekisterit. Tutkijoiden saavutettavissa olevat, hyvin ylläpidetyt rekisteritiedot ja laajat biologiset näytekoelmat ovat tärkeitä muun muassa ympäristökijöiden ja perimän välisiin vuorovaikutuksiin kohdistuvalle tutkimukselle.
- Tulossa oleva tutkijasukupolven vaihdos edellyttää hyvää tohtorikoulutusta sekä tutkimusperinteeseen liittyvän moninaisen osaamisen siirtämistä ja kehittämistä edelleen.
  - Laaja kansainvälisen yhteistyö ja siihen saatava tutkimusrahoitus muodostavat ympäristöterveyden tutkimukselle tärkeän kehittymisedellytyksen.
  - Ympäristöterveyden ja työterveyden tutkimusalueet tarvitsevat tuekseen kilpailun kautta saatavaa tutkimusrahoitusta ja lisäksi monipuolisen osaamisohjan antavaa tohtorikoulutusta sekä tohtorikoulutus- että tutkijatohtorivaiheessa. Se, kansanterveystutkimuksen tapaan, sijoittuu kuitenkin usein Akatemian toimikuntien rajapinnalle ja siksi monitieteisen tutkimuksen vaatimat arviointikäytännöt ovat ympäristöterveyden ja työterveyden tutkimuksen edellytysten kannalta erittäin tärkeitä.

## 2 TUTKIJAKSI VAI ASIANTUNTIJAKSI?

### Tohtorikoulutus

Vuonna 2009 terveyden tutkimuksen aloilla toimii 16 opetusministeriön tukemaa tutkijakoulua. Tohtorikoulutuspaikkoja on yhteensä 250, joka on 17 prosenttia kaikista paikoista<sup>4</sup>. Tutkijakouluissa opiskelee huomattava osa opiskelijoista myös muulla kuin opetusministeriön rahoituksella (taulukko 1). Lisäksi suuri määrä tohtorikoulutettavia tekee väitöskirjaa tutkijakoulujen ulkopuolella. Terveyden tutkimuksen toimikunta toteaa vuoden 2003 tieteen tila ja taso -raportissa, että tutkijakoulujärjestelmän laajentaminen mahdollisimman monelle terveyden tutkimuksen alalle tukee osaltaan terveyden tutkimuksen pienten alojen kehittymistä (Suomen Akatemia 2003). Vuoden 2008 tutkijakouluhaussa jatko-rahituksen vuosille 2010–2013 saivat esimerkiksi Eläinten hyvinvoinnin tutkijakoulu, Hoitotieteen valtakunnallinen tutkijakoulu, Psykiatrian tutkijakoulu sekä Ympäristöterveyden tutkijakoulu. Uutena tulokkaana aloittaa Kansallinen hammaslääketieteen tutkijakoulu.

**Taulukko 1.** Tohtorikoulutettavat (päätoimiset n = 1035) opetusministeriön tukemissa terveyden tutkimuksen alojen tutkijakouluissa vuonna 2007.

Sukupuoli	72 % naisia	28 % miehiä
Kansalaisuus	86 % suomalaisia	14 % ulkomaalaisia
Rahoitus	76 % muulla rahoituksella	24 % tutkijakoulupaikoilla

*Lähde: Tutkijakoulujen toimintaraportit vuoden 2008 tutkijakouluhaussa (raportointikausi 2006–2007), Suomen Akatemia.*

Tohtorikoulutuksen sisäänpääsykriteerit ovat hyvin erilaisia. Sisäänpääsykriteerit opetusministeriön tukemien tutkijakoulujen paikoille ovat yleensä tiukemmat ja opiskelijavalinta perustuu kilpailuun. Toisaalta tohtorikoulutukseen voi päästä tutkijakoulujen ulkopuolella joskus hyvin kevyin perus-

tein. Tähän pitäisi puuttua ja luoda yleisesti hyväksytyt tohtorikoulutuksen pääsykriteerit. Yksi ongelma on myös se, että lahjakkaimmat opiskelijat eivät välttämättä hakeudu tohtorikoulutukseen.

Tohtorikoulutus kuvastaa osaltaan tutkimuksen yleistä tasoa. Iso-Britannia ja Yhdysvallat ovat vahvoja tutkimusmaita. Näissä maissa on Suomeen verrattuna selvästi erilaiset vaatimukset tohtorintutkinnolle, joka on enemmän oppinäyte. Suomessa tutkimus nojaa paljolti tohtorikoulutettavien tekemään tutkimukseen. Tutkimuksen tasoa voitaisiin edelleen parantaa yhdenmukaistamalla väitöskirjavaatimuksia kansainväliseen käytäntöön (ks. myös Suomen Akatemia 2003), mikä vapauttaisi muodollisesta väitöskirjatyöstä aikaa pidempijänteisempään tutkimustyöhön. Tämä ei kuitenkaan saa toteutua tohtorikoulutuksen tason ja väitöskirjan laadun kustannuksella. Anglo-amerikkalaisessa tohtorikoulutuksessa rajana on pääsääntöisesti aika eli kolmesta neljään vuotta, ei artikkeliväitöskirjan julkaisujen määrä. Väitöskirjan valmistuminen tulisi olla mahdollista neljässä tai viidessä vuodessa, jotta lääke- ja terveystieteissä pystyttäisiin suorittamaan tohtorin tutkinto nuorempina. Alakohtaiset erot on kuitenkin otettava huomioon, sillä esimerkiksi menetelmätieteissä väitöskirjan laatiminen pidemmän ajan kuluessa voi olla hyvin perusteltua.

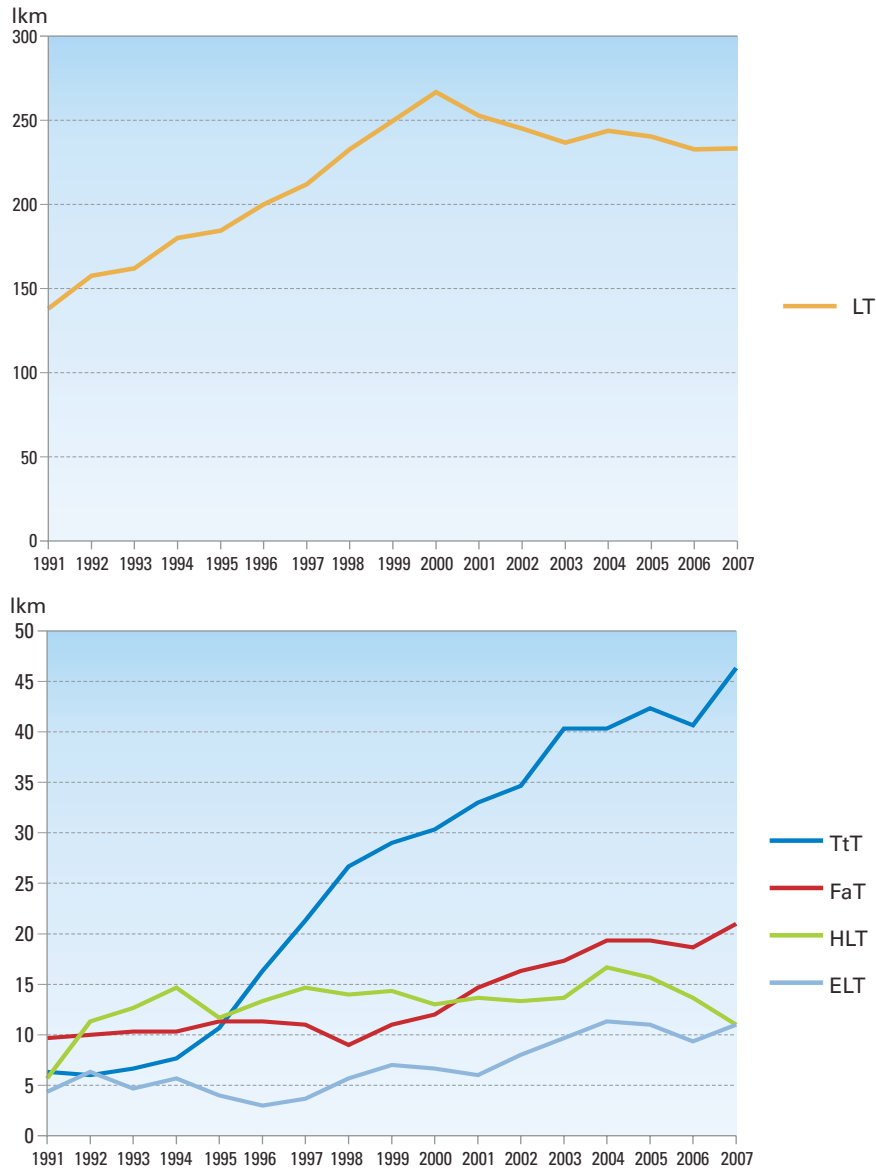
Tohtorikoulutuksen kehittäminen asettaa haasteita ohjaukselle tohtorikoulutuksessa. Jatko-opiskelijoiden arvioita tohtorikoulutuksesta käsitellessä selvityksessä todetaan, että nimenomaan tohtoriopintoihin perehdytyksessä ja ohjauksessa on parantamisen varaa myös lääke- ja terveystieteissä, vaikkakin näiden alojen opiskelijat antoivat parhaimman yleisarvion jatko-opinnoilleen eri alojen opiskelijoiden mielipiteiden vertailussa (Hiltunen ja Pasanen 2006). Väitöskirjatyötä voidaan tukea myös esimerkiksi seurantar ryhmän avulla (Helve ym. 2007).

4 Vuonna 2010 opetusministeriön ja Akatemian tukemia tutkijakouluja on terveyden tutkimuksen aloilla 17 ja niissä on yhteensä 280 tohtorikoulutuspaikkaa.

## Tohtoritarve ja työllistyminen

Lääke- ja terveystieteiden tutkimuksen eri aloilta valmistuu 28 prosenttia Suomen kaikista tohtoreista<sup>5</sup>. Lääketieteen tohtorin tutkintojen määrä on vä-

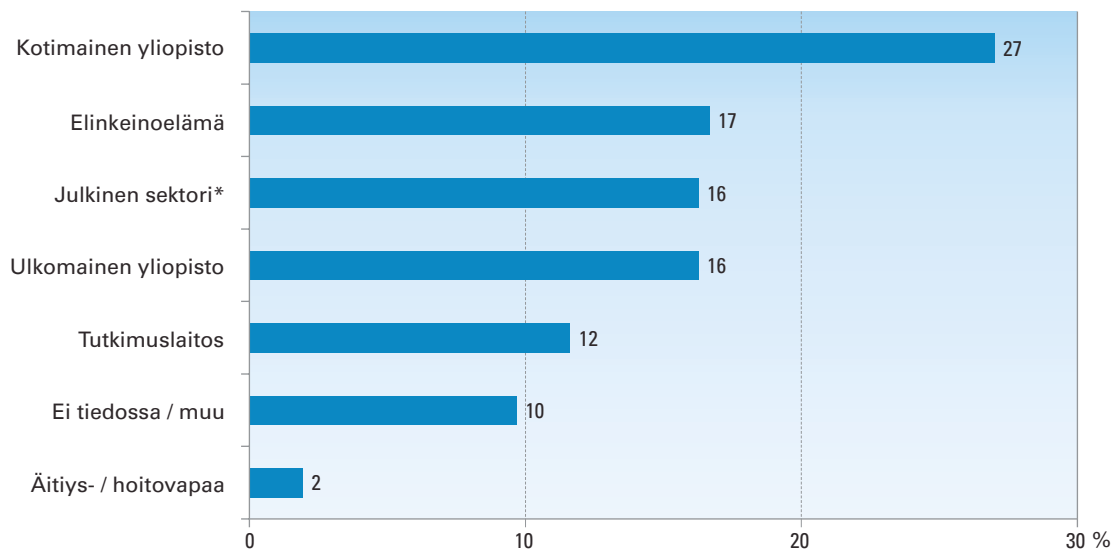
hentynyt 2000-luvulla (kuvasarja 7)<sup>6</sup>. Terveystieteiden tohtorin tutkintojen määrä viisinkertaistui 1990-luvulla ja kasvu on jatkunut myös 2000-luvulla. Myös farmasian ja eläinlääketieteen aloilla tohtoreiden määrä on kasvanut 2000-luvulla.



**Kuvasarja 7.** Lääketieteen, terveystieteiden, farmasian, hammaslääketieteen ja eläinlääketieteen tohtorin tutkinnot vuosina 1991–2007 (3 vuoden liukuvat keskiarvot, 1991 = 1990–1992 ka.).

Lähde: KOTA-tietokanta, opetusministeriö 2009.

- Sisältää seuraavat tutkinnot: ELT, HLT, LT, FaT, LiT, TtT ja lääketieteellisten tiedekuntien myöntämä FT.
- Lääketieteellisten tiedekuntien myöntämistä tohtorin tutkinnoista 65 prosenttia oli LT-tutkintoja ja 21 prosenttia FT-tutkintoja vuosina 2003–2004 (vuosien ka.). Vastaavat osuudet olivat 60 prosenttia ja 27 prosenttia vuosina 2005–2007 (Suomen Akatemian terveyden tutkimuksen toimikunnan selvitys 2008, julkaisematon).



**Kuva 8.** Opetusministeriön terveyden tutkimuksen alojen tutkijakouluista vuosina 2006–2007 valmistuneiden tohtorien (n = 258) sijoittuminen (ensimmäinen työnantaja väitöksen jälkeen, %).

Lähde: Tutkijakoulujen toimintaraportit vuoden 2008 tutkijakouluhaussa, Suomen Akatemia.

\*Julkinen sektori sisältää julkisen terveydenhuollon.

Terveyden tutkimuksen alojen tutkijakouluista vuosina 2006–2007 valmistuneista tohtoreista heti valmistumisen jälkeen noin 40 prosenttia oli sijoittunut yliopistoihin tai tutkimuslaitoksiin Suomessa (kuva 8). Noin joka kuudes tohtori työskenteli joko elinkeinoelämän palveluksessa tai julkisella sektorilla. Saman verran tohtoreita oli suunnannut töihin ulkomaisiin yliopistoihin. Työttömänä ei ollut yhtään tohtoria.

Tohtoreiden varhaisia uria työmarkkinoilla kartoittaneessa selvityksessä tarkasteltiin eri alojen tohtoreiden sijoittumista työelämään kahdesta kolmeen vuotta tohtorin tutkinnon suorittamisen jälkeen (Haapakorpi 2008). Lääketieteen alojen tohtoreista selkeä enemmistö, 64 prosenttia, työskenteli sosiaali- ja terveyspalveluissa, seuraavaksi suurin ryhmä, 26 prosenttia, koulutus- ja tutkimustehtävissä. Terveystieteiden aloilta väitelleistä valtaosa, 68 prosenttia, puolestaan työskenteli koulutuksen ja tutkimuksen parissa, esimerkiksi ammattikorkeakoulujen opetustehtävissä.

Suunnitelmallinen, yhteiskunnan tarpeet ja muuttuvat olosuhteet huomioonottava tohtorikoulutus on arvokasta ja hyödyksi yhteiskunnalle. Terveyden tutkimuksen alojen tohtoreiden työllisyy-

dessä ei ole nähtävissä tällä hetkellä eikä viiden vuoden kuluttua suuria ongelmia. Tohtoreiden työllisyysmahdollisuudet ovat erityisen hyvät esimerkiksi farmasian, lääketieteen, hammaslääketieteen, eläinlääketieteen ja hoitotieteen aloilla. Vuoden 2003 tieteen tila ja taso -raportissa toimikunta oli samaa mieltä Biotekniikan kansainvälisessä arvioinnissa esitetystä tutkijatarpeesta esimerkiksi lääkekehityksen ja bioinformatiikan aloilla (Suomen Akatemia 2003). Arvioinnissa ehdotettiin koulutus- ja tutkimusohjelmien perustamista esimerkiksi näille aloille (Academy of Finland 2002), mikä on edelleen ajankohtaista.

### Ura tohtorikoulutuksen jälkeen

Vuoden 2003 tieteen tila ja taso -raportissa terveyden tutkimuksen toimikunta korosti nuorten itenäistyvien tutkijoiden aseman parantamista merkittävimpänä terveyden tutkimuksen kehittämiskohdeena (Suomen Akatemia 2003). Vuonna 2006 Akatemia uudisti tutkijatohtoreiden rahoitusmahdollisuuksia. Tutkijatohtorit voivat hakea itselleen tutkijatohtorin projektimäärärahaa, jonka tarkoituksena on ensisijaisesti edistää äskettäin tohtorin tutkinnon

suorittaneiden nuorten tutkijoiden pätevyitymistä ja itsenäistymistä ammattitutkijoiksi. Tutkimusryhmät sen sijaan voivat hakea Akatemialta rahoitusta tutkijatohtorin palkkaukseen vain osana muuta tutkimusrahoitusta.

Naisten osuus tutkimusrahoituksen hakijoista oli terveyden tutkimuksen aloilla keskimäärin 45 prosenttia ja myönnön saaneista 46 prosenttia vuosina 2006–2008 (taulukko 2). Tutkijanuran varhaisemmissa vaiheissa valtaosa hakijoista ja vastaavasti rahoitetuista tutkijoista on naisia.

**Taulukko 2.** Naisten osuus (%) tutkimusrahoituksen hakijoista ja rahoitetuista tutkijoista terveyden tutkimuksen aloilla vuosina 2006–2008 (3 vuoden keskiarvo).

Tutkijatohtorin projektia hakeneet	67 %
Tutkijatohtorin projektirahoituksen saajat	74 %
Akatemiatutkijan virkaa hakeneet	48 %
Akatemiatutkijan virkaa hoitavat	53 % (12/2008)
Akatemiaprofessorin virkaan ilmoittautuneet	33 %
Akatemiaprofessorin virkaa hoitavat	14 % (v. 2009)
<b>Hakijat yhteensä</b> kaikissa rahoitusmuodoissa	45 %
<b>Rahoitetut tutkijat yhteensä</b> kaikissa rahoitusmuodoissa	46 %

Lähde: Webfocus-tietokanta, Suomen Akatemia 2009.

Kaikista tohtoreista ei ole tarkoituksenmukaista tulla ryhmänjohtajia. Tohtorikoulutusta onkin mieltävä laajana käsitteenä: miten pitäisi suunnitella jatkokoulutusta niille, jotka eivät jatka uraansa tutkijoina. Lääketieteiden aloilta väitelleet mainitsivat kiinnostuksen tutkimukseen (72 %) ja ammatillisen pätevyyden kehittämisen (70 %) useimmin motiivikseen tohtoriopintoihin hakeutumiselle (Haapakorpi 2008). Sen sijaan tutkijanuran kiinnostavuuden valitsi vain 14 prosenttia vastaajista. Terveystieteiden alojen tohtoreilla kiinnostus tutkimukseen ja ammatillisen pätevyyden kehittäminen olivat myös useimmin ilmoitettuja motiiveja (molemmat 67 %). Tutkijanuran kiinnostavuuden koki jatko-opintoihin motivoivaksi vain 10 prosenttia terveystieteilijöistä.

Pääsääntöisesti lyhyempi tohtorin tutkinnon suoritus aika olisi hyödyllinen sekä niille, jotka täh-

täävät ammattitutkijoiksi että niille, jotka siirtyvät muihin tehtäviin. Tutkijanuralle hakeutuvat eivät häviäsi ajallisesti kansainvälisessä kilpailussa – nykyisin annamme kahdesta kolmeen vuotta kilpailuetua anglo-amerikkalaisille tohtoreille. Vastaavasti muihin asiantuntijatehtäviin siirtyvät pääsisivät nopeammin tohtorikoulutuksen jälkeiseen työelämään.

## Kliininen tutkijanura

Kliinisen tutkijanuran haasteet tunnistettiin jo vuoden 2003 tieteen tila ja taso -raportissa (Suomen Akatemia 2003). Terveyden tutkimuksen toimikunnan huoli koski sitä, että yhä useammin kliinistä tutkimusta tekevillä tutkijoilla ei ole enää lääkärin tai hammaslääkärin peruskoulutusta. Sama huoli on olemassa edelleen. Erikoissairaanhoidossa painopiste siirtyy tulevaisuudessa yhä enemmän yliopistosairaaloiden puolelle. Tämä lisää kliinisessä tehtävissä toimivien lääketieteen tohtoreiden tarvetta, koska yliopistosairaalassa toimivalla seniorilääkärillä tulee olla valmiudet kliinisen toiminnan kriittiseen arviointiin, mihin tohtorikoulutus antaa hyvät edellytykset. Tutkimukseen tarvitaan lääketieteen tohtoreiden lisäksi myös hammaslääketieteen ja eläinlääketieteen tohtoreita. Näillä aloilla tutkijavajaus on selkeä ja se on johtanut jo ongelmiin pidempää tohtorikoulutusta vaativien yliopistolehtorin ja professorin virkojen täytössä.

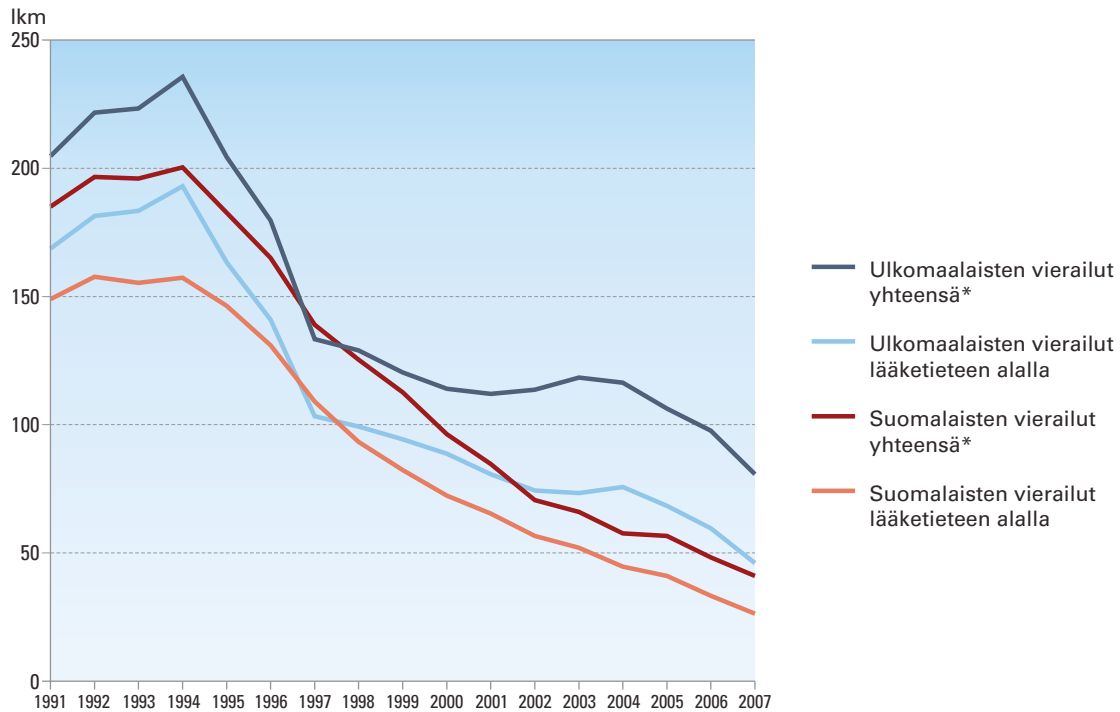
Lääketieteen ja hammaslääketieteen tohtorin tutkintojen määrä on vähentynyt vuosina 2004–2007 ja vastaavasti lääketieteellisissä tiedekunnissa on suoritettu kasvava määrä filosofian tohtorin tutkintoja<sup>7</sup>. Vastaava tilanne lääketieteellisen peruskoulutuksen saaneiden tohtoreiden osalta on havaittavissa terveyden tutkimuksen aloilla tutkijatohtorin projektien ja akatemiatutkijoiden rahoituksessa. Vuosina 2006–2008 tutkijatohtorin projektin hakijoista keskimäärin 11 prosentilla ja myönnön saaneista keskimäärin 13 prosentilla oli lääketieteellinen peruskoulutus. Vuonna 2008 terveyden tutkimuksen alojen akatemiatutkijoista (virkaa hoitavista 49:stä) 37 prosentilla oli lääketieteellinen peruskoulutus (LT tai HLT).

7 Suomen Akatemian terveyden tutkimuksen toimikunnan selvitys 2008, julkaisematon.

Vuoden 2003 tieteen tila ja taso -raportissa terveyden tutkimuksen toimikunta esitti, että tutkimustyön, erikoislääkärikoulutuksen ja kliinisen työn yhteensovittamista tulee kehittää (Suomen Akatemia 2003). Terveyden tutkimuksen toimikunta on osaltaan kehittänyt kliinisen tutkimuksen mahdollisuuksia suuntaamalla rahoitusta kliinisen tutkijanuran edistämiseen vuodesta 2006 alkaen. Määrärahalla on tarkoitus yhteistyössä muun muassa yliopistosairaaloiden kanssa rohkaista kliinisessä työssä olevia lääkäreitä tekemään osa-aikaisesti tutkimusta, jotta tutkijanura voisi jatkua erikoistumiskoulutuksen aikana sekä sen jälkeen kliinisen työn ohella.

## Liikkuvuus

Terveyden tutkimuksen aloilla yliopistotutkijoiden ja -opettajien vierailut ulkomaille ovat vähentyneet alle neljäsosaan 1990-luvun puolivälin huippuvuodesta (kuva 9). Vierailujen keskimääräinen kesto on myös lyhentynyt noin viidestä kuukaudesta kolmeen kuukauteen. Suomen yliopistot ovat vastaanottaneet vuosina 1991–2007 lähes aina enemmän kansainvälisiä vierailijoita yli kuukauden mittaisille työskentelykausille kuin suomalaisia on lähtenyt ulkomaille. Suomi ei houkuttele enää samalla tavalla ulkomaalaisia tutkijoita ja opettajia vierailuille yli-



**Kuva 9.** Suomalaisten ja ulkomaalaisten yliopisto-opettajien ja -tutkijoiden yli kuukauden kestäneiden vierailujen määrät terveyden tutkimuksen aloilla vuosina 1991–2007 (3 vuoden liukuvat keskiarvot, 1991 = 1990–1992 ka.).

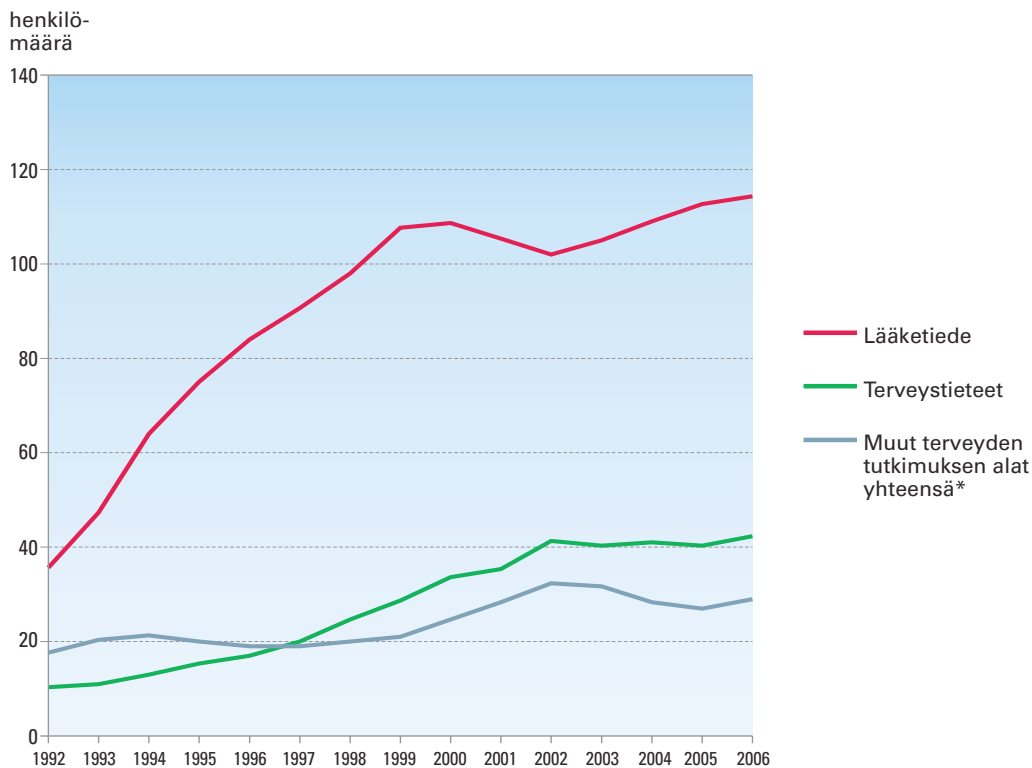
Lähde: KOTA-tietokanta, opetusministeriö 2009.

\* Eläinlääketiede, farmasia, hammaslääketiede, liikuntatiede, lääketiede, terveystieteet; ravitsemustieteen osalta tietoa ei saatavilla.

opistoihin kuin 1990-luvun puolivälissä parhaimmillaan. Muutos on ollut kuitenkin pienempi verrattuna suomalaisten vähentyneeseen liikkuvuuteen. Ulkomaalaisten jatkotutkintoa (lisansiaatin ja tohtorin tutkinnot) suorittavien opiskelijoiden määrä on puolestaan yli nelinkertaistunut terveystieteissä ja yli kolminkertaistunut lääketieteessä vuosina 1992–2006 (kuva 10).

Vuoden 2006 vaikuttavuusarvioinnissa tarkasteltiin terveyden tutkimuksen toimikunnan ulko-

maiseen tutkijankoulutukseen myöntämän rahoituksen vaikuttavuutta (Suomen Akatemia 2006). Arvioinnin perusteella toimikunta totesi, että tutkijoiden työskentelyä ulkomailla tukevaa rahoitusinstrumenttia tulisi kehittää, jotta voitaisiin helpottaa tutkijan kotiutumista ulkomaisen kauden jälkeen. Toisaalta myös tutkijatohtorin projektimäärärahat sopivat hyvin rahoitukseksi siinä vaiheessa, kun tutkijatohtori palaa Suomeen ja pyrkii esimerkiksi perustamaan omaa tutkimusryhmää.



**Kuva 10.** Ulkomaalaisten lisensiaatin ja tohtorin tutkintoja suorittavien opiskelijoiden määrät lääketieteessä ja terveyden tutkimuksen aloilla vuosina 1992–2006 (3 vuoden liukuvat keskiarvot, 1992 = 1991–1993 ka.). Lähde: KOTA-tietokanta, opetusministeriö 2009.

\* Eläinlääketiede, farmasia, hammaslääketiede, liikuntatieteet; ravitsemustieteen osalta tietoa ei saatavilla.



### 3 MONIMUOTOISET INFRASTRUKTUURIT

#### Biolääketieteen tutkimus

Biolääketieteen tutkimukselle toimivan infrastruktuurin saatavuus on ensiarvoisen tärkeää. Koska tutkimuslaitteistojen kehitys jatkuu nopeana, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten laitekanta vaatii jatkuvaa, tehokasta uudistamista ja uudelleenarviointia. Tämä edellyttää uusia suuria laiteinvestointeja, joita on edelleen toteutettu biokeskusten keskuspalveluyksiköitä kehittämällä opetusministeriön biotekniikan erityisrahoituksen turvin. Monet näistä laitekonnaisuuksista (palveluysiköistä) vaativat päätöksiä vastuuhenkilöiltä. Parhaiten tämä toteutuu tutkijoiden avulla, jotka käyttävät kyseisiä yksiköitä keskeisesti omassa työssään. Muun muassa bioinformatiikka olisi tällainen erityistuettava alue. Mikäli biolääketieteen tutkimusedellytykset halutaan pitää kansainvälisellä tasolla, on alan jatkuva investointitarve tunnustettava ja sitä tuettava. Samoin tulee turvata kansallisesti arvokkaiden tutkimusainestojen säilyminen ja niiden täysipainoinen hyödyntäminen.

Kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurien nykytilan kartoituksessa ja kansainvälisessä arvioinnissa todetaan, että bio- ja terveystieteiden infrastruktuureilla on suuri yhteiskunnallinen vaikuttavuus, koska tutkimustuloksia voidaan soveltaa potilastyössä ja ennalta ehkäisevässä terveydenhoidossa (Opetusministeriö 2009). Paneeli kuitenkin toteaa että bioalalla tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota tutkimustulosten kaupallistamiseen.

Biokeskusten taustaorganisaatioiden hiljattain perustama *Biokeskus Suomi* -yhteistyöverkosto tulee edelleen vahvistamaan ja kansainvälistämään alan tutkimusta. Biokeskus Suomi toimii osana kansainvälistä korkeatasoista biotieteiden, biolääketieteen ja biotekniikan tutkimuksen verkostoa, jonka toiminta perustuu yhteistyöhön, yhteisiin palveluihin ja verkottumiseen kansainvälisiin infrastruktuurihankkeisiin. Biokeskusten kehittämisprosessi on ollut keskeistä rakenteellista muutostyötä. Biokeskusten ra-

hoituksen pieneneminen on jatkuva uhka, joka voi vaurioittaa infrastruktuuria.

Uusi panostus alan tutkimukseen on vuonna 2007 toimintansa aloittanut *Suomen molekyylibiologiainstituutti FIMM*, jonka taustalla ovat Helsingin yliopisto, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos ja VTT. FIMM muodostaa Euroopan molekyylibiologian laboratorion sekä Norjan ja Ruotsin molekyylibiologiainstituuttien kanssa yhteistyöverkoston. Instituutin tavoitteena on koordinoita Suomessa tehtävää molekyylibiologiainstituuttien, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimusta ja infrastruktuuria. FIMM:ä kehitetään merkittäväksi, kansainvälisesti näkyväksi yksiköksi, joka vahvistaa ja kansainvälistää alan tutkimusta ja tohtorikoulutusta sekä tehostaa tutkimustulosten hyödyntämistä. Biokeskus Suomen ja FIMM:n yhteistyö edesauttaa näiden tavoitteiden saavuttamista.

Paikallisten ja kansallisten infrastruktuurien lisäksi infrastruktuurikysymyksiin pyritään vastaamaan yhä enemmän myös kansainvälisesti yhteisurooppalaisissa hankkeissa. Suomi osallistuu kansallisella jäsenosuudella Euroopan molekyylibiologian laboratorion (EMBL) rahoittamiseen ja rahoitus kanavoitetaan vuosittain Suomen Akatemian kautta. Ensimmäinen ESFRIn (European Strategy Forum on Research Infrastructures) laatima tiekartta sisältää terveyden tutkimuksen alalla biopankkeihin, biomolekyyliin resursseihin, geneettisesti muunneltuihin hiiriin, bio-informatiikkaan, rakennebiologiaan sekä translationaaliseen lääketieteeseen liittyviä infrastruktuureita (Pihlajaniemi 2007). Suomen tutkimusinfrastruktuureja kartoittanut kansainvälinen arviointipaneeli toteaa, että Suomella on useita vahvuusaloja biotieteissä ja terveystieteissä ja tämän myötä mahdollisuus isännöidä tai olla johtavassa asemassa joissakin uusissa eurooppalaisissa tutkimusinfrastruktuureissa (Opetusministeriö 2009). Tällä hetkellä Suomessa FIMM koordinoi yhdessä opetusministeriön kanssa translationaalisen

tutkimusinfrastruktuurin verkostoa (EATRIS). Eurooppalaista biopankkeihin ja biomolekylaarisiin resursseihin liittyvää infrastruktuuria (BBMRI) koordinoi Terveyden ja hyvinvoinnin laitos yhteistyössä sosiaali- ja terveysministeriön kanssa. Suomi (CSC Tieteen tietotekniikkapalvelut) on mukana myös ELIXIR-infrastruktuurissa, jossa kehitetään biologisen tiedon, esimerkiksi ihmisen genomitiedon, varastointia ja järjestämistä. Bio- ja terveystieteiden tiekarttahankkeisiin kuuluvat myös geneettisesti muunnettuihin hiiriin perustuvien eläinmallien käyttöön keskittyvä INFRAFRONTIER-infrastruktuuri ja A.I. Virtanen -instituutin virusvektori-laboratorio (AIV Vector Core).

### Kansanterveyden tutkimus

---

Kansanterveyden alalla keskeiset infrastruktuurit ovat tietovarantoja, mikä tulisi ottaa huomioon Akatemian infrastruktuuripolitiikassa. Menestyksellisen tutkimustoiminnan edellytyksiä ovat kattavat terveydenhuollon tietokannat ja sairausrekisterit, jotka muodostavat oleellisen infrastruktuurin. Uutta luova tutkimus edellyttää rekisteritietojen yhdistämistä muihin tietolähteisiin, joten käyttömahdollisuuksien on oltava joustavia (ks. myös Suomen Akatemia 2003).

Rekisteritietojen saatavuus on selvästi heikentynyt viime vuosina. Tämän taustalla on rekisterinpitäjien riittämättömät resurssit tietotarpeiden kasvaessa. Nykykäytännöt myös edellyttävät entistä useampia lupahakemuksia. Resursseja hakemusten käsittelyyn ei kuitenkaan ole lisätty vastaavasti. Keskeinen infrastruktuuritarve on varmistaa rekisteriaineistojen käsittelyyn ja toimittamiseen sekä lupien käsittelyyn tarvittavat resurssit aineistojen tutkimuskäytön helpottamiseksi. Valmisteilla oleva biopankkilainsäädäntö on tutkimusedellytyksien suhteen pääosin oikeansuuntaista, mutta raskaat lupakäytännöt ruuhkauttavat lupien käsittelyä. Akatemian tuella käynnistetty Rekisteritutkimuksen tukikeskus neuvoo tutkijoita aihepiiriin liittyvissä kysymyksissä, mutta ei pysty puuttumaan epäkohtiin.

Kansanterveystieteen ja kliinisen lääketieteen kannalta kriittinen infrastruktuurikysymys on suunnitteilla olevan keskitetyn sähköisen potilastietojärjestelmän tietojen hyödynnettävyys. Mikäli tiedot eivät ole identifioitavissa, niiden arvo tutkimuksen kannalta on vähäinen. Hankkeen valmisteluun pitäisi vaikuttaa aktiivisesti, ettei sen tutkimushyötyjä mitätöidä jo suunnitteluvaiheessa. Tietosuoja on teknisesti toteutettavissa ilman että uhrataan tietojen hyödynnettävyyttä.

## 4 TUTKIMUKSESTA YHTEISKUNNAN HYVÄKSI

Terveyden tutkimuksen yhteiskunnalliset haasteet liittyvät muun muassa väestön ikärakenteen muuttumiseen ja erityisesti iäkkäiden määrän kasvuun. Uuden tiedon avulla on voitava entistä paremmin ymmärtää, miten esimerkiksi dementian ja muiden muistihäiriöiden sekä fyysisen toimintakyvyn heikkenemistä voidaan hidastaa ja näin vähentää hoidon ja hoivan tarvetta. Lihavuuden ja kakkostyyppin diabeteksen yleistymisen on esimerkki väestötason terveysongelmasta, jonka ratkaiseminen edellyttää vaikuttavaa ehkäisyä ja hoitoa koko elämänkulun ajan. Edellä mainittujen pitkäaikaissairauksien lisäksi muun muassa maailmanlaajuisten epidemioiden eli pandemioiden leviämisen riski on suurentunut.

Terveys on seurausta yksilön (elintavat, perimä) ja ympäristön (fyysinen, sosiaalinen) vuorovaikutuksesta. Terveyden tutkimuksen tulokset kuitenkin aniharvoin muuttavat tavallisten ihmisten tietoja, asenteita ja elintapoja. Terveyden tutkimuksen tieto *välittyy* kansalaisille lääketeollisuuden, osin elintarviketeollisuuden, terveydenhuollon, kuntien ja valtakunnallisen poliittisen päätöksenteon, järjestöjen sekä median toiminnan kautta (taulukko 3). Juuri terveyden tutkimukselle ominaista on tieteenkin terveydenhuollon vahva rooli, mutta myös laaja järjestökenttä. Terveyttä edistävät päätökset koskevat lisäksi poikkeuksellisen laajasti eri sektoreita sekä valtion- että kunnallishallinnossa.

### Vaikuttavuuden edellytykset

Tutkimuksen vaikuttavuutta voidaan ajatella kahdella tasolla. *Tieteellinen vaikuttavuus* on sitä, että tutkimustulokset lisäävät tutkijoiden ja muun aka-

teemisen maailman tietovarantoa, parantavat ja syventävät yliopistollista opetusta sekä toimivat inspiraation lähteenä muille tutkijoille (kuva 11). Tällaista tutkimusta tarvitaan, eikä aina ole edes mahdollista osoittaa, mistä tutkimuksesta tai tuloksesta tulee joskus *yhteiskunnallisesti vaikuttavaa*.

Ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin, yhteiskunnan tuottavuuteen ja teollisuuden kilpailukykyyn vaikuttavat monet tutkimuksesta ja tiedon käytöstä riippumattomat asiat. Niinpä esimerkiksi väestön terveydentilan käyttäminen tieteen yhteiskunnallisen vaikuttavuuden ainoana mittarina voi johtaa harhaan. Itse asiassa tieteen vaikutusten tarkastelussa juuri tiedon käyttäjien (välittäjäorganisaatioiden) toiminta ja niissä tapahtuvat muutokset kertovat usein enemmän tieteen merkityksestä kuin hyvin pitkän aikavälin vaikuttavuuden arviointi.

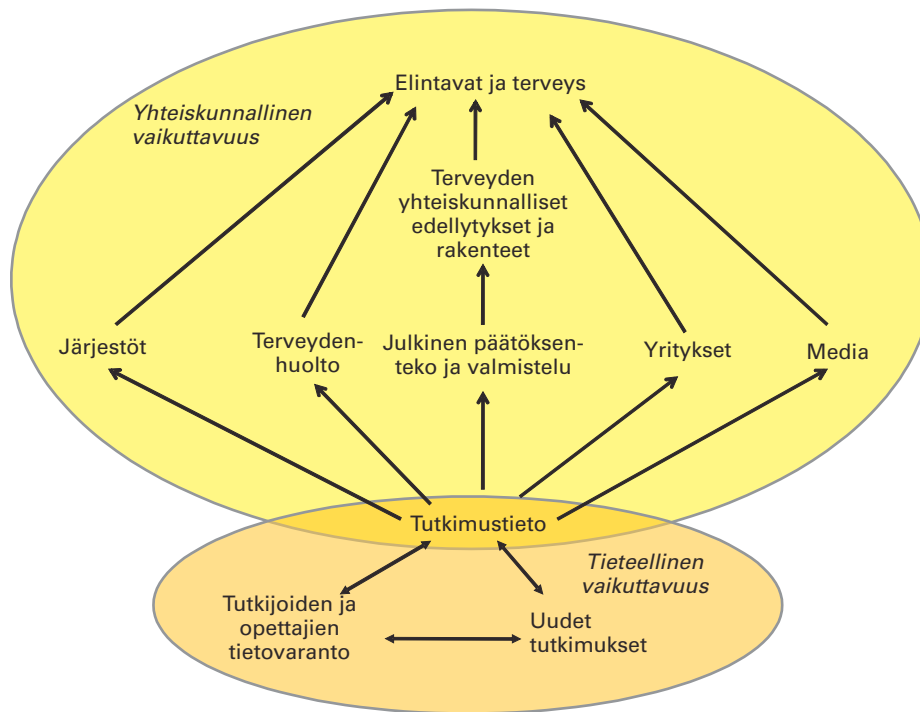
Tutkimustiedon käyttö yhteiskunnan hyväksi edellyttää yleensä neljän asian toteutumista:

1. Tiedolla on yhteiskunnallinen tarve
2. Tarvittavaa tietoa on käytettävissä oikeaan aikaan
3. Tutkijat osaavat viestiä ja kertoa tiedosta sen käyttäjille
4. Tiedon käyttäjät osaavat hyödyntää tutkimusten tuloksia.

Aikajänne uusista tutkimustuloksista yhteiskunnallisiin sovelluksiin voi olla hyvin pitkä. Kslylitolia oli tutkittu ainakin 30 vuotta ennen ensimmäisiä sovelluksia osana terveysvaikutteisia elintarvikkeita. Mutta aikaa voi kulua senkin jälkeen, kun tieto siirtyy tutkimusmaailmasta käyttäjien maailmaan. Näin on etenkin lääketeollisuudessa, jossa uuden lääke-

**Taulukko 3.** Terveyden tutkimuksen tiedon käyttäjät: mitä tutkimus voi saada aikaiseksi.

Tiedon käyttäjä	Esimerkkejä tutkimustiedon aikaansaamista muutoksista
Terveydenhuoltojärjestelmä	Muuttuneet hoito- ja muut palvelukäytännöt
Poliittinen ja julkishallinnollinen valmistelu ja päätöksenteko	”Tiedolla johtamista”: mm. lakeja ja varainkäyttöä koskevia päätöksiä, joissa ihmisten terveys on otettu huomioon
Kansanterveys- ja liikuntajärjestöt	Sisältöjä kampanjoihin ja neuvontaan, uusia palvelutuotteita
Lääke- ja elintarviketeollisuus	Uusien tuotteiden kehitystyö, uudet markkinointi-ideat
Media	Terveystutkimusten tuloksista kertovia artikkeleita ja ohjelmia



**Kuva 11.** Terveyden tutkimuksen tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus.

keen kehittäminen on vuosien työn takana. Myös terveydenhuoltojärjestelmän muuttamista esittävän tutkimustuloksen leviäminen valtakunnalliseksi käytännöksi voi kestää vuosia, jos tulokset eivät sovi sen hetkisiin poliittisiin painotuksiin.

Toinen tutkimuksen käytettävyyteen liittyvä aikakysymys on ajoitus. Joskus tutkimustiedolla on välitön tarve. Esimerkiksi SARS-epidemian puhkeaminen tai kohu-uutinen ruoan akryyliamidijäämistä aiheuttivat välittömän, päätöksentekoa palvelevan tiedon tarpeen. Tiedon tarve voi myös ajoittua joidenkin vuosien päähän: esimerkiksi jotain määrättyä uutta tietoa ravitsemuksen ja terveyden yhteyksistä voidaan tarvita laadittaessa Pohjoismaisen ministerineuvoston alaisia pohjoismaisia ravitsemussuosituksia aina kahdeksan vuoden välein. Lopuksi ovat pitkien aikavälien tutkimusstrategiset tavoitteet. Tieteellinen perustutkimus on tyypillisimmin viimeiseksi mainittua. Osa sektoritutkimuksen tehtävistä on sen sijaan aikataavoitteiltaan lyhytjänteisempiä.

Tiedon ajoituksen lisäksi tärkeä asia vaikuttavuuden kannalta on siis tutkijoiden ja käyttäjien rajapinta: tiedon siirtyminen käytäntöön edellyttää halua,

osaamista ja aktiivisuutta sekä tutkijoilta että tiedon käyttäjiltä. *Rakenne tai toimintakäytäntö, joka saattaa yhteen tutkijat ja tiedon käyttäjät*, on yhteistä viime vuosien parhaimmille esimerkeille terveystiedon vaikuttavuudesta.

### Terveyden tutkimuksen tiedon käyttäjiä

Sektoritutkimuslaitokset ovat perustehtävänsäkin takia yliopistoja aktiivisempia kehittäessään tutkimustietoja soveltuvia rakenteita ja toimintakäytäntöjä. Hyvä esimerkki on Stakesiin vuonna 1995 perustettu *Finohta*, joka etsii ja arvioi terveydenhuollon hyviä menetelmiä. *Finohta* on toimiva yhdysside tutkimusmaailman ja käytännön terveydenhuollon välillä ja se pystyy reagoimaan sekä akuutteihin että keskipitkän aikavälin tiedon tarpeisiin. Tämän kaltaisten välittäjäorganisaatioiden tarpeesta kertoo se, että vuodesta 1995 *Finohtan* työpanos on suurentunut kolmesta 29 henkilötyövuoteen.

Suomalainen lääkärisseura Duodecim on rakanut kaksi järjestelmää, jotka vievät tieteellisiä tutkimustuloksia terveydenhuollon käytäntöihin. Yh-

dessä Suomen Akatemian kanssa Duodecim on kerännyt tutkijat, terveydenhuollon toimijat sekä muut keskeiset toimijat (esim. kansalaisjärjestöt, elinkeinoelämän jne.) laatimaan tiettyä sairauden hoitoa ja/tai ehkäisyä koskevan konsensuslausuman (ks. esimerkki 1). Näitä *konsensuskokouksia* on pidetty vuodesta 1997 alkaen. Viimeisen viiden vuoden aikana pidetyt kokoukset ovat käsitelleet äkillisten aivovaurioiden jälkeistä kuntoutusta (2008), psykoterapiaa (2006), lihavuutta (2005) ja vaihdevuosien hormonihoitoa (2004).

Duodecimin *Käypä hoito -suositusten* tavoitteena on parantaa hoidon laatua ja vähentää hoitokäytäntöjen vaihtelua ([www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)). Hoitosuositusten laatiminen perustuu asiantuntijaryhmän suorittamaan tieteellisten julkaisujen kriittiseen läpi-

käymiseen. Julkaisujen määrän, laadun ja tulosten yhteneväisyyden perusteella eri suosituksille annetaan myös kuvaus tieteellisen näytön vahvuudesta (ns. näytön aste). Ensimmäinen Käypä hoito -suositus (keliakia) ilmestyi vuonna 1997. Viimeisen viiden vuoden aikana on julkaistu yhteensä 43 Käypä hoito -suositusta. Vuoden 2008 aikana valmistuneet suositukset on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4. Vuoden 2008 aikana julkaistut Käypä hoito -suositukset.**

Kuolevan potilaan oireiden hoito	Keuhkokuumeen hoito
Epävakaa persoonallisuus	Viisaudenhammas
Vastasyntyneen elvytys	Liikunta
Leikkausta edeltävä arviointi	Kaksisuuntainen mielialahäiriö
Raskausdiabetes	Aikuisten epilepsiat
Unettomuuden hoito	

### Esimerkki 1: Konsensuskokous äkillisten aivovaurioiden kuntouttamisesta

Lokakuussa 2008 järjestettiin Duodecimin ja Suomen Akatemian konsensuskokous ”Äkillisten aivovaurioiden jälkeinen kuntoutus”.

Aivovaurioita tutkitaan monen tieteen näkökulmasta. Neurologinen tutkimus on kertonut paljon aivojen muovautuvuudesta ja esimerkiksi uusien hermosoluyhteyksien muodostumisesta vaurion jälkeen. Kliinisissä tutkimuksissa on selvitetty lääkehoitojen ja biologisten hoitojen yhteisvaikutuksia. Kuntoutuksen organisoinnin tehokkuutta ja kustannusvaikuttavuutta on tutkittu muun muassa rekisteritutkimuksen menetelmin. Psykologista ja sosiaalipsykologista lähestymistapaa taas tarvitaan kuntoutettavan omien voimavarojen käytön ymmärtämiseksi. Aivovaurioiden jälkeistä ammatillista kuntoutumista ja työllistymistä taas selvittävät muun muassa sosiologian ja yhteiskuntapolitiikan tutkijat.

Konsensuskokouksessa aivovaurioita ja niiden kuntoutusta koskevasta tutkimuksesta tehtiin yhteenvetoja. Tätä tietoa verrattiin nykyisiin kuntoutuskäytäntöihin ja yhteiskunnan tukijärjestelmiin. Kolmen päivän keskusteluihin osallistuivat varsinaisen konsensuslausuman kirjoittanut monialainen paneeli, asiantuntijaluennointisijat ja noin 200 muuta kuulijaa.

Konsensuskokouksen keskeisiä suosituksia äkillisten aivovaurioiden kuntoutuksen kehittämiseksi olivat:

1. Kuntoutuksen on oltava oikea-aikaista ja riittävän intensiivistä.
2. Kuntoutus on keskitettävä riittävän suuriin yksiköihin osaamisen varmistamiseksi.
3. Yliopistosairaaloihin on perustettava aivovammapoliklinikat.
4. Potilaan kanssa on tehtävä kuntoutussuunnitelma.
5. Annettu kuntoutus, kustannukset ja vaikuttavuus on saatettava valtakunnallisen tilastoinnin piiriin.
6. Kelan kuntoutustukea on laajennettava myös yli 65-vuotiaisiin.
7. Kuntoutus on järjestettävä katkeamattomana palveluketjuna.
8. Kuntoutustutkimuksen ja kehittämistoiminnan yhteistyötä tulee lisätä.

Tämäkin konsensuskokous yhdisti tutkimustuloksia ja käytännön kokemuksia ja teki niistä erittäin konkreettisia ehdotuksia, joiden toteutuminen riippuu lähinnä sosiaali- ja terveysministeriöstä ja kunnista.

Suurimmat kansanterveysjärjestöt, kuten Sydänliitto ja Diabetesliitto (ks. esimerkki 2) ovat jo pitkään osanneet soveltaa tieteellisiä tutkimustuloksia omissa ohjelmissaan ja toiminnassaan. Osaaminen perustuu osittain siihen, että järjestöt ovat palkanneet lääke-, ravitsemus-, liikunta- ja käyttäytymistieteellisesti koulutettuja ihmisiä. Vahva suomalainen tutkimus sydäntautien hoidosta ja riskitekijöistä on jo vuosikymmeniä antanut Sydänliitolle ai-neksia muun muassa viestintämateriaaleihin, koulutukseen ja terveyden edistämiskampanjoihin.

Viime vuosien parhaimpia sovelluksia on elintarvikekaupoissa käytetty *Sydänmerkki*, jonka vuonna 2007 tehdyn gallupin mukaan tunnisti 84 prosenttia aikuisista. Saman kyselyn mukaan 46 prosenttia aikuisista arvioi, että Sydänmerkki vaikuttaa omiin valintoihin. Elintarviketeollisuus on myös inspiroitunut Sydänmerkistä. Esimerkiksi eräs Suomen suurimmista ruokayrityksistä on suunnannut viime vuosien tuotekehityksensä nimenomaan laajentaakseen sydänmerkkituotevalikoimaansa. Vuonna 2007 elintarvikkeiden Sydänmerkki laajeni joukkoruokailussa (mm. henkilöstöravintoloissa) käytettävään *Sydänmerkkiateriaan*.

Lääkealan yritykset ovat olleet erinomaisia tieteellisen tiedon käyttäjiä ja monet yritykset ovat myös tiedon tuottajia. Tilastokeskuksen mukaan lääketeollisuus Suomessa käytti vuonna 2007 hie-man yli 200 miljoonaa euroa tutkimus- ja tuotekehitystyöhön. Viime vuosina terveysvaikutteisten elintarvikkeiden kehittämistä on myös tullut tärkeä tuotekehityksen ja -markkinoinnin kohde. Lääke-teollisuuteen verrattuna elintarviketeollisuuden panostus tieteelliseen tutkimukseen on kuitenkin joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta vähäisempää. Jotkut yritykset ovat perustaneet tieteellisen neuvottelukunnan (”scientific advisory board”), joka toimii tulkkina tutkimusmaailman ja yrityksen välillä.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos on koordinoi-nut sosiaali- ja terveysministeriön rahoittamaan, vuonna 2005 alkanutta hanketta *kansalaisen terveys-tietoportin* (terveystietoa sisältävä portaali, [www.terveysuomi.fi](http://www.terveysuomi.fi)) rakentamiseksi. TerveSuomi.fi-toimintamalli kokoaa yhteen terveysalan tutkimus- ja asiantuntijalaitosten, viranomaisten ja järjestöjen tuottaman terveystiedon. Palvelun tehtävänä on auttaa kansalaisia, terveyden edistämisen ammattilaisia ja yhteisöjä tekemään tietoon pohjautuvia päätöksiä terveyden hyväksi. TerveSuomi.fi -portaali avattiin yleisölle huhtikuussa 2009.

## Esimerkki 2: Diabetestutkimuksesta ehkäisyhankkeeksi

Tyypin 2 diabetesta sairastaa noin 200 000 suomalaista, mikä on neljä kertaa enemmän kuin vuonna 1970. Tämän lisäksi arvellaan jopa yhtä monen suomalaisen sairastavan kakkostyypin diabetesta tietämättään. Arvion mukaan 15 prosenttia terveydenhuollon resursseista kuluu diabeteksen ja sen liitännäissairauksien hoitoon.

Suomessa diabetesta on jo pitkään tutkittu muun muassa yliopistoissa ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksessa. Viime vuosien tutkimukset ovat selvittäneet diabeteksen geneettistä ja aineenvaihdunnallista perustaa, diabeteksen ja sepelvaltimotaudin yhteyksiä sekä diabeteksen ehkäisyä elintavoilla. Vuonna 2001 julkaistiin arvostetussa *New England Journal of Medicine* -lehdessä akatemiaprofessori (2000–2005) Jaakko Tuomilehdon ja hänen työryhmänsä artikkeli diabeteksen ehkäisystä ruokavaliolla, liikunnalla ja painonhallinnalla. Samasta tutkimuksesta on tämän jälkeen julkaistu kymmeniä muita tiedeartikleita.

Diabeteksen ehkäisy tutkimuksen sekä muun suomalaisen ja kansainvälisen diabetestutkimuksen tietoja on alettu soveltaa Diabetesliiton aloitteesta vuonna 2003 käynnistyneessä *Diabeteksen ehkäisyn ja hoidon kehittämisohjelman (DEHKO) 2D -hankkeessa*. Kehittämistyössä ovat mukana Kansanterveyslaitos ja viisi sairaanhoitopiiriä. Tavoitteena on muun muassa tehostaa tyypin 2 diabeteksen riskihenkilöiden tunnistamista, kehittää uusia ehkäisy- ja hoitomalleja sekä arvioida kehitettyjen toimintamallien toteuttavuutta, vaikutuksia ja kustannuksia.

2D-hankkeen aktiivivaihe päättyi vuonna 2007. Tutkimusten tuloksia on siirtynyt käytännön toiminnaksi, vaikka arvioitsijoiden mukaan tiedon siirtämisessä arjen käytäntöön on omat haasteensa. Monissa kokeilusairaanhoitopiirien terveyskeskuksissa ja työterveydenhuollon yksiköissä riskihenkilöiden seulonasta on tullut käytäntö. Hankkeen seurauksena elämäntapaohjauksen järjestäminen ryhmäohjauksena on myös moninkertaistunut. D2-hankkeen vaikutuksesta sairastavuuteen ei vielä ole tietoa.

Diabeteksen ehkäisy tutkimuksen tuloksia on myös sovellettu Helsingin yliopiston, Kansanterveyslaitoksen ja Päijät-Hämeen sairaanhoitopiiriin *Ikähyvä Päijät-Häme* -hankkeessa. Näkyvin tulos on ollut terveyskeskuksissa toteutettavan ryhmäohjauksen käytön lisääntyminen keski-ikäisten ja iäkkäiden elämäntapaohjauksessa.

# 5 TERVEYDEN TUTKIMUKSEN KEHITTÄMINEN

## Tutkimusrahoitus

Julkisen tutkimusrahoituksen jatkuvuus, riittävä taso ja pitkäjänteisyys on turvattava. Huippututkimuksen edellytyksenä oleva yliopistojen perusrahoitus on saatava vankalle pohjalle. Eri rahoittajien yhteistyötä monitieteisen tutkimuksen tai tutkimuksen eri vaiheiden rahoituksessa tulee lisätä.

## Tutkijanura

Tohtorikoulutuksen kehittämisessä tulee kiinnittää erityisesti huomiota jatko-opiskelijoiden valintamennettelyihin, väitöskirjavaatimuksia pitää yhdenmukaistaa kansainväliseen käytäntöön ja väitöskirjatyön ohjaamiseen panostaa.

Pitkäjänteisen tutkijanuran mahdollisuuksien vahvistaminen on yhä terveyden tutkimuksen keskeisiä kehittämistarpeita: tutkijatohtoreille ja itsenäistyville tutkijoille tarvitaan lisää paikkoja ja rahoitusta tutkimusjärjestelmässä.

Terveyden tutkimuksen alalla on välttämätöntä kehittää joustavia tutkijanuramalleja, jotka ottavat huomioon tutkijoiden tarpeen työskennellä sairaalaympäristössä.

Nuoria tutkijoita tulee edelleen kannustaa erityisesti tutkijatohtorivaiheen työskentelyyn ulkoilla. Myös liikkuvuus Suomessa on tärkeää.

## Infrastruktuurit

Biolääketieteellisen tutkimuksen jatkuva investointitarve on tunnustettava ja sitä tuettava, jotta alan tutkimusedellytykset voidaan säilyttää kansainvälisellä tasolla. Monet tutkimuksen palveluyksiköt vaativat päätoimisia vastuuhenkilöitä.

Suomen tutkimusympäristöjen houkuttelevuus on erittäin tärkeää, jotta pystytään rekrytoimaan lahjakkaita kansainvälisiä tutkijoita tutkimusryhmiin ja toisaalta tarjoamaan kansainvälisen huipputaso saavuttaneille kotimaisille tutkijoille parempia mahdollisuuksia tehdä tutkimusta Suomessa.

Erityisesti lääketieteen alalla akateeminen tutkimus ja terveydenhuolto tulisi sovittaa yhteen hankittaessa ja hyödynnettäessä kalliita potilastutkimuslaitteita.

Kansallisesti arvokkaiden rekisteripohjaisten tutkimusaineistojen säilyminen ja niiden täysipainoinen hyödyntäminen tulee turvata muun muassa lainsäädäntöä kehittämällä. Valtion tulisi ylläpitää myös muuten kuin pelkästään tieteeseen suunnatun infrastruktuurirahoituksen kautta esimerkiksi tietokantoja, joita käytetään terveydenhuollon toiminnan ja terveystieteiden suunnittelussa.

## Yhteistyö

Tieteenalarajat ja kansalliset rajat ylittävä yhteistyö on osoittautunut yhdeksi merkittäväksi laadukkaan tutkimuksen taustatekijäksi. Monien terveyden tutkimuksen nykyhaasteiden selvittäminen on mahdollista vain terveyden tutkimuksen eri alojen saumattomalla yhteistyöllä. Tutkimuksen tason myönteinen kehitys edellyttää vahvempaa yhteistyötä eri terveyden tutkimuksen alojen välillä. Monet terveyden tutkimuksen alat ovat vahvasti kansainvälisesti verkottuneita, mutta joillakin pienemmillä aloilla myös kansainvälisen yhteistyön vahvistaminen on tarpeellista.

## Terveydenhuoltojärjestelmä ja tutkimus

Terveyden tutkimuksen alalla niin perus- kuin jatkokoulutuksen kannalta on välttämätöntä säilyttää kiinteä yhteys yliopistojen ja tutkimuslaitosten sekä terveydenhuoltojärjestelmän välillä. Tämä edellyttää nykyistä suurempia panostuksia tutkimukseen ja koulutukseen myös terveydenhuoltojärjestelmän sisällä (ns. EVO-rahoitus).

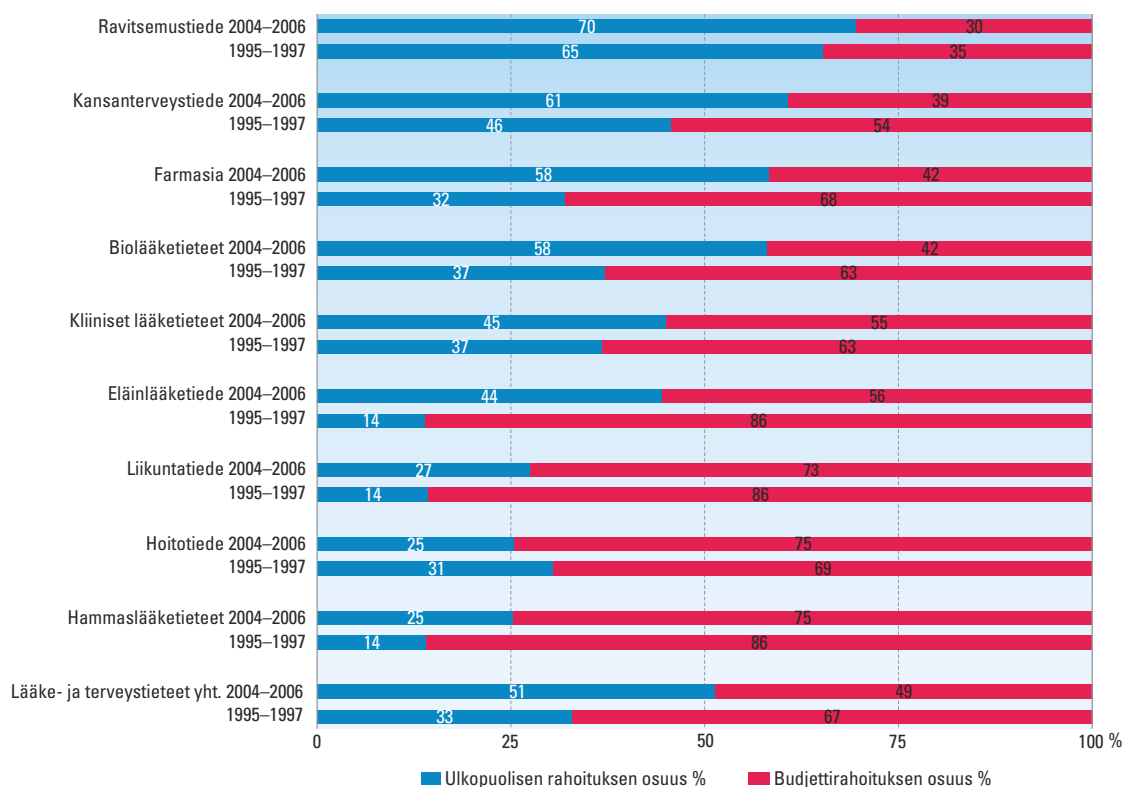
Yliopistosairaaloita tulee kehittää tutkimusympäristöinä, joissa lääketieteellisen erikoistumiskoulutuksen tai kliinisen työn ja tutkimuksen yhdistäminen on mahdollista.



## LÄHTEET

- Academy of Finland 2002. Biotechnology In Finland. Impact of Public Research Funding and Strategies for the Future. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 11/02.
- Academy of Finland 2003. Nursing and Caring Sciences. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 12/03.
- Academy of Finland 2006. Food Sciences and Related Research in Finland 2000–2004. International Evaluation. Publications of the Academy of Finland 2/06.
- Academy of Finland 2007. Dental Research in Finland 2001–2005. International Evaluation. Publications of the Academy of Finland 9/07.
- Auranen O., Himanen L., Kaukonen E., Nieminen M., Pasanen H-M., Vuolanto P., Ylijoki O-H. 2008. Tilastoraportti. Yliopistojen tutkimusedellytykset -hanke 2008. Tieteen-, teknologian ja innovaatiotutkimuksen yksikkö (TaSTI), Tampereen yliopisto.
- Haapakorpi, A. 2008. Tohtorien varhaiset urat työmarkkinoilla ja tohtorikoulutuksen merkitys työelämässä. Aarre-saari.
- Haila, K., Holm R., Niemelä R. (toim.) 2006. Research Assessment Exercise 2005. Evaluation Reports. University of Helsinki. University of Helsinki Administrative Publications 18/2006. Evaluations.
- Helve, O., Sarna, S., Knip M., Heikinheimo M. 2007. Onko tutkijakoulutusohjelmasta hyötyä – kokemukset lastentautien alalta rohkaisevia. Duodecim 123: 2753–2757.
- Hiltunen, K., Pasanen, H-M. 2006. Tulevat tohtorit. Jatko-opiskelijoiden kokemukset ja arviot tohtorikoulutuksesta 2005. Opetusministeriön julkaisuja 2006: 48.
- Karlsson, S., Jonsson, A. 2009. Bibliometric analysis of medical publications from Finland and Sweden. Teoksessa Clinical Research in Finland and Sweden. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 5/09.
- Opetusministeriö 2009. Kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurit. Nykytila ja tiekartta. Opetusministeriö. Helsinki.
- Pellinen, R., Liikanen, A., Kalliokoski, P. (toim.) 2008. Evaluation of the Research Activities at Kuopio University, Kuopio, Finland, During the Years 2000–2006. Kuopio University Publications F. University Affairs 46.
- Pihlajaniemi, T. 2007. Biotekniikan rahoituksen merkitys Suomen lääketieteen tutkimukselle. Biokeskus Suomi koostaa biokeskukset tehostamaan kansallista yhteistyötä. Duodecim 123: 1371–3.
- Suomen Akatemia 2003. Suomen tieteen tila ja taso. Katsaus tutkimustoimintaan ja tutkimuksen vaikutuksiin 2000-luvun alussa. Suomen Akatemian julkaisuja 9/03.
- Suomen Akatemia 2006. Strategisella rahoituksella vaikuttavampaa tutkimusta? Kolme esimerkkiä vaikutusten ja vaikuttavuuden arvioinnista terveyden tutkimuksen alalta. Suomen Akatemian julkaisuja 8/06.
- Tiede- ja teknologianeuvosto 2008. Linjaus. 2008. Helsinki.
- Tilastokeskus 2008. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat. Tutkimus- ja kehittämistoiminta. [http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/tt/tkke\\_fi.asp](http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/tt/tkke_fi.asp).
- University of Jyväskylä 2005. Evaluation of research activities 2000–2004. Research Evaluation Report. University of Jyväskylä.

# LIITE I. TILASTOJA TERVEYDEN TUTKIMUKSEN RAHOITUKSESTA ALOITTAIN



**Liitekuva.** Yliopistojen lääke- ja terveystieteiden eri alojen tutkimuksen ulkopuolisen rahoituksen ja budjettirahoituksen osuus (%) 2004–2006 ja 1995–1997.

Lähteet: Tilastokeskus; Tieteen-, teknologian ja innovaatiotutkimuksen yksikkö (TaSTI), Tampereen yliopisto.

**Liitetaulukko.** Yliopistojen lääke- ja terveystieteiden eri alojen tutkimuksen ulkopuolinen rahoitus rahoituslähteittäin (%) vuosina 1995–1997 ja 2004–2006. Yksityisten säätiöiden myöntämät henkilökohtaiset apurahat eivät sisälly tilastoihin.

Rahoituslähde (%)	Suomen Akatemia		Tekes		Muu julkinen rahoitus (kotimainen, pl. SA ja Tekes)		Rahastot (kotimaiset ja ulkomaiset)		Yliopistojen omat varat		Yritykset (kotimaiset ja ulkomaiset)		EU-rahoitus		Muu ulkomainen rahoitus		Ulko-puolinen rahoitus yhteensä
	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	1995–1997	2004–2006	
Kausi																	
Biolääketieteet	50	40	10	10	5	10	8	10	4	2	16	18	4	10	2	2	100
Eläinlääketiede	21	11	7	5	48	13	0	53	10	4	9	9	4	5	0,3	0,3	100
Hammaslääketieteet	36	32	16	25	17	15	3	5	4	2	16	21	8	0,4	1	0,04	100
Kliiniset lääketieteet	32	32	6	12	7	10	12	12	7	2	21	15	7	11	8	6	100
Farmasia	24	14	34	36	14	6	4	12	1	10	19	10	4	11	0,3	0,4	100
Hoitotiede	13	25	3	13	68	40	13	7	0,2	1	1	4	1	10	2	0	100
Kansanterveystiede	33	23	0,4	2	35	18	4	5	2	0,4	8	36	0,1	10	18	5	100
Liikuntatiede	3	12	1	41	84	28	5	5	0	0	4	10	0	4	4	0,2	100
Ravitsemustiede	15	27	5	14	12	16	2	6	1	2	63	14	0	22	2	0,4	100
Lääke- ja terveystieteet yhteensä	37	31	9	13	14	11	9	12	4	3	17	17	5	10	6	3	100

Lähteet: Tilastokeskus; Tieteen-, teknologian ja innovaatiotutkimuksen yksikkö (TaSTI), Tampereen yliopisto.

## LIITE 2. Keskustelutilaisuuksiin osallistuneet Asiantuntijat

Terveyden tutkimuksen toimikunta järjesti tieteen tila ja taso -raporttinsa valmistelun tueksi vuonna 2008 kolme keskustelutilaisuutta seuraavista teemoista: 16.4. Tutkijanura, 3.9. Terveyden tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet ja 17.9. Terveyden tutkimuksen vaikuttavuus. Kukin asiantuntija osallistui yhteen tilaisuuteen. Toimikunnan jäsenet Anna-Elina Lehesjoki, Jorma Keski-Oja ja Anssi Auvinen toimivat tilaisuuksien puheenjohtajina. Lisäksi keskusteluun osallistui useita muita terveyden tutkimuksen toimikunnan jäseniä (liite 3).

Hakulinen Timo	Syöpärekisteri
Heikinheimo Markku	Helsingin yliopisto
Hemminki Elina	Stakes
Hovatta Iris	Helsingin yliopisto
Härkönen Pirkko	Lund Universitet, Ruotsi
Jungman Tor	Suomen Sydänliitto ry
Jylhä Marja	Tampereen yliopisto
Jänne Olli	Helsingin yliopisto
Kajantie Eero	Kansanterveyslaitos
Kallioniemi Olli	FIMM, Helsingin yliopisto
Kivelä Sirkka-Liisa	Turun yliopisto
Kujala Urho	Jyväskylän yliopisto
Kurki Pekka	Lääkelaitos
Lehenkari Petri	Oulun yliopisto
Leino-Kilpi Helena	Turun yliopisto
Lyly Annina	Helsingin yliopisto
Merikallio Jussi	Kuntaliitto
Mukala Kristiina	Duodecimin Verkostovaliokunta; Sotilaslääketieteen Keskus
Mustonen Jukka	Tampereen yliopisto
Mutanen Marja	Helsingin yliopisto
Mäkelä Sari	Turun yliopisto
Mäkelä Marjukka	Stakes, Terveydenhuollon menetelmien arviointiyksikkö Finohta
Mönkkönen Jukka	Kuopion yliopisto
Nupponen Nina	Helsingin yliopisto
Ollila Eeva	Sosiaali- ja terveysministeriö
Paju Susanna	Helsingin yliopisto
Pelkonen Jukka	Kuopion yliopisto
Pihlajaniemi Taina	Oulun yliopisto
Pyörälä Satu	Helsingin yliopisto
Raivio Kari	Helsingin yliopisto
Salonen Reijo	Orion Corporation Orion Pharma
Savolainen Markku	Oulun yliopisto
Syrjänen Stina	Turun yliopisto
Takala Timo	Diakonissalaitos Oulu
Tamminen Tuula	Tampereen yliopisto
Tienari Pentti	HUS
Vartiainen Terttu	Kansanterveyslaitos
Visakorpi Tapio	Tampereen yliopisto

### LIITE 3. TERVEYDEN TUTKIMUKSEN TOIMIKUNNAN KOKOONPANO VUOSINA 2007–2009

Professori Kalervo Väänänen, puheenjohtaja	Turun yliopisto
Professori Anssi Auvinen	Tampereen yliopisto
Professori Helena Gylling	Kuopion yliopisto
Tutkimusprofessori Kirsti Husgafvel-Pursiainen	Työterveyslaitos
Professori Marja-Liisa Hänninen	Helsingin yliopisto
Professori Tatu Juvonen	Oulun yliopisto
Professori Jorma Keski-Oja	Helsingin yliopisto
Professori Mikael Knip	Helsingin yliopisto
Professori Anna-Elina Lehesjoki	Helsingin yliopisto
Professori Tuula Salo	Oulun yliopisto
Professori Pia Vuorela	Åbo Akademi

Terveyden tutkimuksen yksiköstä raportin valmisteluun osallistuivat johtaja Mikael Fogelholm ja tiedeasiantuntija Anu Nuutinen.

### III KEHITTÄMISSUUNNAT



# I YLEISARVIO TILASTA JA TULEVAISUUDESTA

Suomen tutkimusjärjestelmän kehitys 1960-luvulta tähän päivään on hyvä esimerkki siitä, kuinka pitkäjänteisellä ja määrätietoisella kehittämistyöllä voidaan päästä kansainvälisesti arvioiden merkittäviin tuloksiin. Järjestelmän kehittäminen on saanut ulkoiset virikkeensä talouden ja yhteiskunnan kehittämistarpeista, vuosikymmenten mittaan muun muassa aluepolitiikasta, väestön osaamistason nostamisesta, kasvupolitiikasta, elinkeinorakenteen monipuolistamisesta, innovaatiopaineesta ja kansainvälisistä suhteista. Järjestelmä on omaksunut muiden maiden hyviä käytäntöjä ja pystynyt sopeuttamaan ne omiin tavoitteisiinsa.

Nykytilan haasteiden ymmärtämiseksi on tarkasteltava Suomen tutkimusjärjestelmän kehitystä viimeisten viidentoista vuoden aikana ja vertailtava sitä muiden maiden kehitykseen samana ajanjaksona.

Suomen tutkimus- ja kehittämistyön rahoitus bruttokansantuotteeseen suhteutettuna ylsi OECD-maiden keskitasolle (2,2 prosenttia) vuonna 1993, miltä tasolta se nousi hallituksen lisärahoitusohjelman ansiosta 3,4 prosenttiin vuonna 2000. Sen jälkeen se on pysytellyt lähes tällä kansainvälisesti korkealla tasolla. Tutkijoiden määrä on kasvanut jatkuvasti erityisesti korkeakoulusektorilla, mutta tutkimustyövuosien määrä kääntyi laskuun vuonna 2004. Myös yritysten tutkimustyövuosien määrä pieneni vuonna 2006 ensi kertaa 1990-luvun alun laman jälkeen; nykyisen laman vaikutuksia ei voida vielä arvioida. Suomi saavutti noin kymmenen vuoden aikana ylivoimaisen kärkisijan maailmassa tutkijaintensiivisyydessä, eikä tämä kärkisija ole uhattuna viime vuosien laskun jälkeenkään.

Vuonna 2008 Suomessa valmistui tohtoreita kaksinkertainen määrä vuoteen 1993 verrattuna. Tuona ajanjaksona vuosittainen tohtorimäärän lisäys on ollut huomattava. Tämä linja on ollut yliopistojen tulosohjauksen peruselementtejä: yliopistoja on kannustettu erityisen voimakkaasti uusien tohtoreiden kouluttamiseen. Vuoden 2005 vertailussa Suomessa oli ylivoimaisesti eniten tohtoreita EU-

maista, 3,1 tohtoria tuhatta 25–34-vuotiaista kohti; toisena olevalla Saksalla vastaava luku oli 2,6. Tutkimusjulkaisuihin perustuvilla laatumittareilla merkittävästi Suomen edellä olevissa Tanskassa ja Norjassa osuus oli 1,3. Tutkimus- ja kehittämisrahoitusta on käytetty runsaasti tohtorikoulutukseen, mikä on vaikuttanut olennaisesti professorien työajan käyttöön. Koulutuksessa on keskitytty tohtorien määrän kasvattamiseen, osin ilman riittävän laadukasta rekrytointipohjaa. Koulutus on luonnollisesti tuonut monia hyötyjä Suomen yhteiskuntaan ja talouteen, kun merkittävä osa uusista tohtoreista (tutkijakouluista noin 20–30 %) on siirtynyt työelämään yliopistojen ulkopuolelle. Tämä merkittävä koulutusinvestointi on tulevaisuudessa Suomelle tärkeä vahvuus, mikäli se osataan hyödyntää oikein. Yliopistojen tutkimusedellytyksiä se ei ole ollut omiaan parantamaan.

Suomen investoinnit tutkimus- ja kehittämistyöhön ja tutkijakunnan kasvattamiseen näkyvät selkeästi kehittyneiden maiden (OECD-maat) keskiarvoja huomattavasti parempina lukuina. Ne ovat nostaneet Suomea lähimenneisyydessä korkealle myös kansainvälisissä kilpailukykymittauksissa yhdessä korkeatasoisen koulutusjärjestelmän kanssa. Seurauksena näistä investoinneista myös tieteellisten artikkelien lukumäärä suhteutettuna niin asukasluvuun kuin kansantuotteeseenkin on ollut 2000-luvun alkupuoliskolla OECD-vertailuissa neljänneksi suurin. Parin viime vuoden aikana Suomen tieteellisten artikkelien määrä on laskenut.

Tieteellisen vaikuttavuuden ja laadun mittarit (julkaisujen viittauskertymät) ovat Suomessa laskusuunnassa: tämä kehitys on alkanut vuosina 2000–2002. Pohjoismainen vertailu osoittaa, että ero erityisesti Tanskaan on kasvanut erittäin nopeasti jo yli 10 vuoden ajan ja Norja ohitti Suomen 2000-luvun alussa. Ruotsissa viittauskertymien kehitys on ollut Suomen tapaista, joskin korkeammalla tasolla. Suomen tieteellisen tutkimuksen laatu tällä mittarilla mitattuna on nyt täsmälleen OECD-maiden keskitasoa. Kun noin 70 prosenttia Suomen tieteellisistä

julkaisuista tehdään yliopistoissa, on kyse ensisijaisesti, joskaan ei yksinomaan, yliopistojen tutkimusedellytyksistä ja niiden kehittämisestä sekä mahdollisesti puutteellisista julkaisustrategioista.

Suomen tutkimusrahoituksessa sekä tiede- ja teknologiapoliittisessa keskustelussa on vahvasti soveltavaan tutkimukseen kannustavia piirteitä:

1. Tekesin tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoitus on yhä selvemmin yliopistojen perusrahoitusta suurempi. Yliopistojen perusrahoitus on nyt vuoden 2002 tasolla.
2. Yritysten, ministeriöiden ja Tekesin soveltavan tutkimuksen ja kehittämistoiminnan yhteenlaskettu rahoitus yliopistoissa on merkittävästi suurempi kuin tieteellisen tutkimuksen tärkeimmän rahoittajan Suomen Akatemian rahoitus. Akatemian toimeenpanemissa kansainvälisissä arvoinneissa on toistuvasti arvosteltu sitä, että yliopistoissa tehdään suhteettoman paljon soveltavaa tutkimusta ja kehittämistyötä perustutkimuksen kustannuksella. Tässä yhteydessä on otettava lisäksi huomioon, että Akatemia rahoittaa kaikkia tieteenalaja Tekesin keskittyessä pääasiassa luonnontieteisiin ja tekniikkaan: tutkimuksen monimuotoisuus on perustavan tärkeää kaikissa olosuhteissa.
3. Viime vuosien merkittävät politiikka-asiakirjat – hallitusohjelma, valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä ja innovaatioiselonteko – ovat asettaneet tieteellisen perustutkimuksen ensisijaisesti teknologisetaloudelliseen kontekstiin tavalla, joka ei ota asianmukaisesti huomioon tieteellisen perustutkimuksen asemaa ja tutkimuksen monimuotoisuuden merkitystä myöskään innovaatiotoiminnassa: ”Pitkäjänteinen perustutkimus (long-term, fundamental research) on edelleen avain vahvaan suorituskykyyn innovaatiotoiminnassa” (OECD Innovation Strategy, Interim Report 2009).

Tutkimuksen infrastruktuurit ovat useilla aloilla välttämätön edellytys tieteelliselle työlle ja aina tärkeä edellytys maan tutkimusjärjestelmän kansainväliselle houkuttelevuudelle. Suomessa ne ovat rapis-

tuneet, kun investoinnit niihin ovat pysyneet kansainvälisten vertailujen valossa pieninä.

**On painavia perusteita todeta, että perusedellytykset korkeatasoisen tieteellisen tutkimuksen harjoittamiselle suomalaisissa yliopistoissa eivät ole pysyneet kunnossa.** Tämän lähtökohdan hyväksyminen ja siihen perustuvat toimenpiteet avavat perspektiivin tulevaisuuteen.

Kehittämistyön lähtökohtana on ymmärrys, että pohdintaa ja sen tuloksena olevia toimenpiteitä tarvitaan tutkimusjärjestelmän monilla tasoilla ja monissa osissa: korkeatasoisen tieteellisen tutkimuksen perusedellytysten vahvistamisessa (mm. tutkimusinfrastruktuurit ja rahoitus), yliopistojen tutkimuksen ohjausjärjestelmässä, tieteellisen tutkimuksen fragmentoitumisen vähentämisessä (yhteistyö ja profiloituminen) ja kilpaillun tutkimusrahoituksen uudistamisessa uusien toimintatapojen tueksi.

Kun tilannetta tarkastellaan suomalaisten tutkimusryhmien ja -ympäristöjen näkökulmasta ja verrataan niitä kehittyneempien tiedemaiden tutkimusympäristöihin, havaitaan merkittäviä tutkimuksen tuloksellisuuden ja laadun tasoon vaikuttavia tekijöitä. Niistä yksi perustavimpia on tutkimusympäristöjen tutkijakunnan rakenne. Suomessa se on painottunut erittäin vahvasti tutkijakoulutettaviin, mistä johtuu, että merkittävä osa Suomen tieteellisistä julkaisuista tehdään väitöskirjatutkimuksena. Väitöskirjatutkimus on harvemmin niin korkeatasoista ja uutta luovaa, että se olisi näkyvää ja vaikuttavaa kansainvälisessä tiedeyhteisössä. Muissa kehittyneissä tiedemaissa tuloksellisten ja laadukkaiden tutkimusympäristöjen tutkijakunnan rakenne painottuu väitöskirjan jälkeisen vaiheen tutkijoihin ja senioritutkijoihin.

Merkityksettömiä laadukkaan tutkimustyön kannalta eivät ole myöskään viime vuosien monet hallinnolliset paineet ja tutkimuksen apuhenkilökunnan määrän jälkeenjääneisyys verrattuna tutkimustyön lisääntymiseen.

Toinen erittäin merkittävä ero Suomen ja muiden kehittyneiden tiedemaiden välillä on se, että suomalaiset tutkimusympäristöt ovat pystyneet houkuttelemaan ulkomaisia tutkijoita kansainvälisessä vertailussa hyvin vähän. Tämä haaste kuuluu osin

tutkijoille ja tutkimusryhmille, mutta suurimmalta osin se on koko tutkimusjärjestelmän tasolla ratkaistava ongelma.

Kolmas, edellisiä vaikeammin mitattava tekijä on tutkimusympäristöjen dynamiikka. Siihen vaikuttavat monet asiat, muun muassa rahoitusta ohjaavat periaatteet, tutkimusympäristöjen rakenteet ja niiden johtaminen sekä intellektuaalinen kunnianhimo. Luovuuteen kannustavan dynamiikan rakentaminen on tieteessä erittäin haastava tehtävä.

Suomella on hyvät edellytykset päästä tieteellisessä tutkimuksessa uudelle kehitysuralle varsin nopeasti, sillä kehittämistyötä voidaan rakentaa monien olemassa olevien vahvuuksien varaan. Samalla voidaan analysoida tarkemmin, mitä asioita muut

maat tekevät paremmin ja missä asioissa voimme ottaa oppia ja päästä parempaan suorituskyykyyn ja korkeatasoisempaan tutkimukseen.

- *Suomen tieteellisen tutkimuksen tuloksellisuuden ja laadun kehittämiseksi on laadittava kansallinen tiedestrategia. Siinä esitetään kehittämisen tavoitteet 10 vuoden aikajänteellä ja niiden saavuttamiseen tarvittava keinovalikoima. Kaikki tieteellisen tutkimuksen laadun parantamisesta vastuulliset tahot osallistuvat strategiatyöhön. Keskeinen haaste työssä on eri tahojen käytettävissä olevien keinojen ja resurssien yhteensovittaminen tehokkaaksi strategiaksi.*



## 2 KANSAINVÄLISTYMISEN HAASTEET

Globaalien työmarkkinoiden oloissa kilpailu hyvistä tutkijoista ja erityisesti huippuosaajista kasvaa maailmanlaajuisesti ja tutkijaliikkuvuuden rakenteet muuttuvat.

Suomen tutkimusjärjestelmä toimii – innovaatiojärjestelmän tavoin – matalalla kansainvälistymisen tasolla, kun otetaan huomioon sen suhteelliset resurssit ja kehitystaso. Tässä suhteessa voidaan olettaa tutkimusjärjestelmän kehityksen vastaavan koko suomalaisen yhteiskunnan kansainvälistymistä. Tällöin on kuitenkin huomattava, että tieteellisessä tutkimuksessa kansainvälisyys kuuluu instituution peruspilareihin: uudet ideat ja uusi tieto leviävät tutkijoiden henkilökohtaisten yhteyksien kautta.

Kansainvälistymisen haasteisiin pyritään kehittyneissä maissa vastaamaan tiedepoliittisilla instrumenteilla, joilla tavoitellaan erityisesti tieteellisen laadun kehittämistä, tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuden parantamista, kansainvälisenä yhteistyönä tehtävän tutkimuksen vahvistamista sekä liikkuvuuden lisäämistä.

Huolimatta jatkuvista pyrkimyksistä Suomen tieteellisen tutkimuksen merkitys ja laatu eivät ole kehittyneet tavoitellulla tavalla, kun niitä mitataan yleisen kansainvälisen käytännön mukaisesti. Tällä kehityskululla ja sen taustalla olevilla tekijöillä on merkittävä vaikutus myös Suomen tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuteen.

- *Suomen tieteellisen tutkimuksen laadun kohentamisen on oltava perustavoite, minkä toteutumisen edistää myös tutkimusjärjestelmämme kansainvälistä houkuttelevuutta niin liikkuvuuden kuin kansainvälisen yhteistyökyvyn mielessä. Akatemia pitää tätä lähtökohanaan omien linjauksensa ja rahoitusmuotojensa kehittämässä. Yliopistojen kannustimia kansainvälistymiseen on lisättävä tämän lähtökohdan pohjalta.*

Tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuteen vaikuttavat monet tekijät. Tutkimuksen laadun ohella tärkeitä asioita ovat muun muassa tutkijanuran järjestelyt, maan yliopistojen, tutkijoiden ja tutkimuslaitosten työn ja tulosten kansainvälinen näkyvyys, tutkimuksen infrastruktuurien taso sekä tutkimusyksiköiden ja tutkijoiden yhteistyötaidot.

Ulkomaisten tutkijoiden määrä Suomessa on muun muassa EU 27 -maihin verrattuna erittäin pieni. Suomessa työskentelevistä tutkijoista vain kolme prosenttia oli muissa maissa syntyneitä. EU 27 -maiden keskiarvo on noin 10 prosenttia ja Suomeen verrattavien pienten maiden Ruotsin, Itävallan, Alankomaiden ja Irlannin yli 10 prosenttia.

Yliopistojen opettaja- ja tutkijavierailut ovat vähentyneet selvästi 1990-luvun loppupuolelta lähtien tekniikan alaa lukuun ottamatta. Ulkomaalaisten jatkokutkintoa suorittavien opiskelijoiden määrät ovat sen sijaan kasvaneet huomattavasti, tekniikassa ja yhteiskuntatieteissä vahvastikin. Suomalaisten jatko-opiskelijoiden työskentely ulkomailla näyttää vähentyneen merkittävästi 2000-luvun alkuvuosista lähtien.

- *Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistä houkuttelevuutta tulee lisätä nopeasti vaikuttavilla toimilla. Keskeisiä toimia ovat tutkimuksen infrastruktuurien tason parantaminen ja yliopistojen kannustinjärjestelmän uudistaminen kansainvälistä avautumista suosivaksi.*
- *Tutkijakoulujen kansainvälistäminen siten, että tutkijaksi opiskeleva aloittaa kansainvälisen verkottumisen jo opiskeluaikana, on ensiarvoisen tärkeää. Akatemia vahvistaa kansainvälistymistä tutkimushankkeiden rahoituskriteerien valinnassa.*
- *Akatemia vahvistaa ja laajentaa yhdessä Tekesin kanssa ulkomaisten tutkijoiden mahdollisuuksia työskennellä Suomessa kehittämällä FiDiPro-ohjelmaa.*
- *Nuorten tieteellisten lahjakkuuksien houkuttelemiseksi Suomeen on tarpeen kehittää uusia tapoja.*

Kansainvälisenä yhteistyönä tehtävän tutkimuksen vahvistaminen erityisesti yhteisten ohjelmien muodossa on lisääntynyt ja lisääntyy edelleen vahvasti kaikkialla maailmassa. Suomen kannalta merkittävintä on EU:n tasolla koordinoitu ohjelmallinen yhteistyö. Alueellinen yhteistyö on vahvistunut Euroopan tutkimusalueen (ERA) sisällä. Suomi on mukana NordForskin yhteistyössä. Akatemia on solminut sopimukset ohjelmayhteistyöstä muun muassa Japanin, Kanadan, Kiinan, Intian, Venäjän, Brasilian ja Chilen kanssa.

Jäsenyyden myötä EU-instrumenttien käyttö lisäsi merkittävästi suomalaisen tutkimuksen kansainvälistymistä. Nykyisin Suomen suhteellisen vähäinen osallistuminen tutkimuksen puiteohjelmiin kiinnittää kuitenkin huomiota. Euroopan tutkimusneuvoston (ERC) hakukierroksilla suomalaisten tutkijoiden menestyminen on ollut hyvää keski-luokkaa, Pohjoismaista selvästi paras.

- *Verkottumisen kannalta suomalaisten tutkijoiden aktiivisempi osallistuminen EU:n tasolla koordinoituihin ohjelmiin on tärkeää. Akatemia kannustaa siihen muun muassa myöntämällä rahoitusta hankkeiden suunnitteluun ja valmisteluun.*

### 3 TOHTORIKOULUTUS JA TUTKIJANURA

Tohtorikoulutus on ollut Suomen yliopisto- ja tiedepolitiikan keskeisiä kehittämiskohteita viimeisten viidentoista vuoden aikana. Vuosittainen uusien tohtoreiden määrä on sinä aikana kaksinkertaistunut. Kun suurin osa uusista tohtoreista on aloittanut tutkijanammattissa, on Suomi noussut maailman ylivoimaisesti tutkijaintensiivisimmäksi maaksi.

Tämä on saatu aikaan yhtäältä tutkijakoulujärjestelmän perustamisella ja toisaalta yliopistojen merkittävällä palkitsemisella uusista tohtorintutkinnoista. Väitöskirjatutkimuksesta on tullut yliopistoissa tehtävän tieteellisen tutkimuksen laajeneva osa.

Naisten osuuden kasvu 50 prosenttiin uusista tohtoreista on saavutetuista tavoitteista keskeinen. Sen sijaan väittelyiän selvää laskua ei ole viimeisten viidentoista vuoden ajalta nähtävissä. Suomalaiset väittelevät edelleen kansainvälisesti katsoen iäkkäinä: vain tekniikan ja luonnontieteiden väittelyiät ovat laskeneet vuoden 1990 jälkeen muutaman vuoden olleen nyt 32 vuotta, kun taas muiden tieteenalojen mediaaniväittelyikä on 37–40 vuotta. Tämä johtuu osin myös siitä, että lyhentämistavoitteista huolimatta maisteritutkintojen suoritusajat eivät ole lyhentyneet, vaan jopa pidentyneet viime vuosien aikana.

Tohtorikoulutuksen laajentamisessa oletettiin, että kasvava osa uusista tohtoreista siirtyy työelämään yliopistojen ulkopuolelle. Sitä on pidetty myös aktiivisena tavoitteena. Laman olosuhteissa yritykset eivät ole halukkaita lisäämään rekrytointiaan, ja julkisen sektorin tuottavuusohjelma sulkee ovet hallintoon. Kun tavoitteet eivät ole toteutuneet, tutkimushenkilöstön määrä on kasvanut korkeakoulusektorilla lähes neljänneksellä vuosina 2002–2007, mutta henkilötöyvuodet ovat vähentyneet: yhä suurempi osa uusista tohtoreista työskentelee lyhytaikaisissa työsuhteissa yliopistoissa.

- *Tutkijakoulutettavien tarve tutkimustyössä ja muissa tehtävissä eri sektoreilla ja aloilla edellyttää ennakoitavia, jotta merkittävät tulevaisuuden investoinnit koulutukseen tulevat täysimääräisesti hyödynnettyä.*

- *Väittelyiän merkittävä alentaminen on välttämättömyydenä muun muassa suomalaisten tutkijoiden kansainvälisen kilpailukykyyn ja tutkimusjärjestelmän tuloksellisemman toiminnan kannalta. Tutkijakoulujen hyviä käytänteitä tulee siirtää yliopistojen toimintaan.*
- *Tohtorikoulutuksen kansainvälistäminen on edelleen tärkeä kehittämissuunta: sen tulee koskea niin ulkomaisten jatko-opiskelijoiden lisäämistä kuin myös suomalaisten jatko-opiskelijoiden työskentelyä ulkomailla.*

Suomessa tutkijanuran ennakoitavuus on hyvin vähäistä moniin kehittyneisiin tiedemaihin verrattuna. Tutkijanura rakentuu erityisesti alkuvaiheessa usein eri rahoituslähteistä kustannetuista määräaikaisista ja lyhyistä työsuhteista. Tutkijalle ei taata tieteellisen uran jatkumista riittävän hyvien tulosten perusteella, mikä on yleinen kansainvälinen käytäntö. Liikkuvuus sektoreiden välillä ja kansainvälisesti on suhteellisen vähäistä.

- *Akatemia vahvistaa rahoituspäätöksissään tutkijatohtoreiden ja akatemiatutkijoiden kansainvälisen liikkuvuuden ja yhteistyön painoarvoa.*

Mikäli suunniteltu neliportainen tutkijanuramalli pystytään toteuttamaan, monet näistä ongelmista voidaan ratkaista. Korkeatasoisen, kansainvälisesti vaikuttavan tieteellisen tutkimuksen osalta olennaiseksi kysymykseksi jää se, missä määrin rahoituksen painopistettä pystytään siirtämään sen kannalta olennaisille tekijöille, senioritutkijoille.

- *Kannusteita ja rahoituskriteerejä tulee kehittää siten, että suomalaisten tutkimusryhmien rakenteessa painopistettä siirretään jatko-opiskelijoista senioritutkijoihin.*

## 4 LUOVAT TUTKIMUSYMPÄRISTÖT JA YHTEISTYÖ

Luovaa ja kilpailukykyistä tutkimusryhmää luonnehtivat riittävä koko, hyvä rakenne, johtajuus, monipuolinen kommunikaatio ja toimintakulttuuri. Niitä on pyritty kehittämään organisaatioiden omilla sekä tiedepolitiikan ja rahoittajien toimilla.

Riittävä resursointi on välttämätön perusedellytys. Rahoituksen tulee olla riittävän pitkäjänteistä ja joustavaa ja perusrahoituksen ja kilpaillun rahoituksen suhteen tulee olla tasapainossa. Monilla tieteenaloilla tasokas tutkimuksen infrastruktuuri on välttämätön perusedellytys laadukkaalle tutkimustyölle.

Tutkimuksen fragmentoituminen voi olla merkittävä este sille, että tutkimusympäristöt voisivat hyödyntää riittävän monipuolisesti ja hedelmällisesti erityyppistä asiantuntemusta ja erilaisia lähestymistapoja tutkimuksessaan.

Akatemian toiminnassa erityisesti huippuyksiköt ovat selväpiirteisin esimerkki luovan ja kilpailukykyisen tutkimusympäristön rahoittamisesta. Huippuyksikköstrategia on ollut menestyksellinen. Nyt on arvioitava, onko tarpeen kehittää sellaisia uusia rahoitusmuotoja, jotka mahdollistaisivat nykyistä pitkäjänteisemmän rahoituksen korkean tieteellisen tasonsa osoittaneille, luovassa vaiheessa oleville ryhmille.

Tutkimushenkilöstön diversiteetillä voi olla hyvin suuri merkitys ryhmän tuloksellisuudelle: vahvoissa ja luovissa ympäristöissä on löydetty tasapaino eri-ikäisten, tutkijanuran eri vaiheissa olevien tutkijoiden välillä, samoin miesten ja naisten lukumäärissä. Useissa tutkimuksissa on todettu, kuinka eri kulttuuritaustoista tulevien tutkijoiden osallistuminen työhön lisää luovuutta.

Tällä hetkellä keskeinen ongelma on se, että tutkimusyksiköiden henkilörakenne on määrytynyt pitkälti väitöskirjatutkimuksen tavoiteltavuuden mukaan. Tästä johtuu se, että yksiköissä on runsaasti tohtorikoulutettavia ja aivan riittämättömästi senioritutkijoita, joiden varassa korkeatasoisen tieteellisen tutkimuksen tekeminen laajemmassa mittakaavassa olisi.

- *Luovien ja kilpailukykyisten tutkimusympäristöjen kehittäminen on tiedepolitiikan ja tutkimusrahoituksen keskeinen tehtävä.*
- *Akatemia arvioi, millaiset uudet rahoitusmuodot voisivat mahdollistaa nykyistä pitkäjänteisemmän ja joustavamman rahoituksen korkean tieteellisen tason saavuttaneille luoville ryhmille.*
- *Rahoituksessa ja tulohajauksessa on perusteltua korostaa senioritutkijoiden asemaa luovan ja kilpailukykyisen tutkimusympäristön keskeisenä menestystekijänä.*

Tutkimusryhmien kommunikaatio- ja yhteistyösuhteet tulevat entistä tärkeämmiksi. Tiedepolitiikassa ja tutkimusrahoituksessa on kannustettu voimakkaasti kansalliset ja organisaatorajat ylittävään yhteistyöhön; Akatemian ja Tekesin rahoituksessa se on yksi tärkeistä kriteereistä. Tieteenalarajat ylittävään ja perustutkimusta soveltavaan yhteistyöhön kannustetaan erityisesti tutkimus- ja teknologiaohjelmissa, huippuyksikkörahoituksessa sekä strategisen huippuosaamisen keskittymissä. Tutkijakoulut ovat yliopistojen yhteistyötä lisäävä tiedepolitiikan väline.

- *Luovien tutkimusympäristöjen kehittämisessä liikkuvuus organisaatioiden ja tieteenalojen välillä on tärkeää.*

Yliopistojen tutkimustoiminta on kiinteä osa tutkimus- ja innovaatiojärjestelmää. Yliopistot profiloivat toimintaansa osana yliopistojärjestelmän muutosta: niiden toiminnassa voi painottua eri tavalla tutkimus, perustutkintokoulutus, taiteellinen toiminta, elinikäinen oppiminen tai innovaatio- ja alue-toiminta. Tämä edellyttää yhä kiinteämpää yhteistyötä ja vuorovaikutusta tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän muiden toimijoiden kanssa. Tutkimuksessa profiloituminen merkitsee myös yhteistyösuhteiden määrittelyä tutkimuslaitoksiin, yritysten tutkimustoimintaan ja huippuosaamisen keskittymiin.

Yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhteistyötä ovat edistäneet erityisesti EU:n sekä Akatemian ja Tekesin ohjelmarahoitus. Tämän yhteistyön kehittäminen edelleen on ensiarvoisen tärkeää koko tutkimusjärjestelmän menestyksen kannalta.

- *Yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhteistyötä on kehitettävä molempien osapuolten tieteellisten vahvuuksien pohjalta.*

Suomessa yliopistojen ja yritysten tutkimusyhteistyö on erittäin kehittynyttä ja joustavaa. Tätä yh-

teistyötä kehitetään myös strategisen huippuosaamisen keskittymien tutkimusagendoilla. Keskittymät ovat yritysveitoisia. Tämä voi muodostua rakenteelliseksi ongelmaksi pitkäjänteisen tieteellisen tutkimuksen kannalta, mikäli yritykset eivät näe tarpeeksi selkeästi toimialoja radikaalisti uudistavan läpimurtotutkimuksen mahdollisuuksia.

- *Strategisen huippuosaamisen keskittymien mahdollisuuksia toimialojen radikaaliin uudistamiseen tieteellisen tutkimuksen avulla on hyödynnettävä tehokkaasti.*

## 5 TUTKIMUKSEN INFRASTRUKTUURIT

Suomessa ei ole panostettu riittävästi tutkimusinfrastruktuureihin ja laitteistoihin. Kansainvälisessä vertailussa Suomen korkeakoulusektorin infrastruktuuri-investoinnit ovat kehittyneet heikosti. Kehittämisessä infrastruktuurit on saatava osaksi yliopistojen ja tutkimuslaitosten strategioita.

Infrastruktuurien määrä ja taso on monilla tieteenaloilla ratkaiseva tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuden kannalta. Korkeatasoisten infrastruktuurien puuttuminen heikentää olennaisesti houkuttelevuutta muun muassa huippututkijoiden saatavuuden ja yhteistyömahdollisuuksien kannalta.

- *Akatemia pitää välttämättömänä Suomen kansallisessa infrastruktuuritiekartassa arvioitujen investointien toteuttamista vuoteen 2016 mennessä.*

Suomessa ei ole useista muista kehittyneistä tiedemaista poiketen sellaista tutkimusinfrastruktuurien rahoitusjärjestelmää, joka pystyisi keskitetysti arvioimaan tarvittavia voimavaroja, priorisoimaan investointeja ja tekemään niistä päätöksiä.

- *Akatemia pitää Suomen tieteen tason, tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuden ja rationaalisen päätöksenteon kannalta tärkeänä, että Suomeen luodaan tieteellisten infrastruktuurien koordinoitu rahoitusjärjestelmä.*
- *Ehdotettu kansallinen infrastruktuuritoimikunta on kansainvälisesti osoittautunut parhaiten toimivaksi malliksi. Rahoitusjärjestelmässä tarvitaan eri sektoreiden yhteistyötä ja yhteisiä panostuksia. Toimikunnan sijoittaminen Akatemian yhteyteen on luonteva ratkaisu.*
- *Toimikunnan tehtäviin tulee kuulua rahoituksen ohella myös muun muassa yhteiskäyttöä, ylläpitoa ja uusien infrastruktuuritarpeiden ennakointia koskevien pelisääntöjen ja toimintamallien luominen.*
- *Akatemia pitää tärkeänä, että infrastruktuurien kehittämisessä etsitään yhteistyössä parhaat ratkaisut korostaen laatua.*

## 6 TIEDE YHTEISKUNNASSA

Suomessa vallitsevan käsityksen mukaan meillä on useista kehittyneistä tiedemaista poiketen erinomainen tilanne lahjakkaiden nuorten hakeutumisessa tutkijanuralle. Koululaisilla on erinomaiset tiedot luonnontieteistä PISA-tutkimusten mukaan, mikä antaa hyvän perustan myöhemmille opinnoille. Suomessa on eniten tutkijoita työvoimasta maailmassa.

Suomalaiset nuoret eivät ehkä kuitenkaan ole niin halukkaita lähtemään tutkijanuralle kuin on uskottu: PISA-tutkimuksen mukaan japanilaiset nuoret odottavat kehittyneissä tiedemaissa vähiten tulevansa tutkijoiksi ja suomalaiset nuoret toiseksi vähiten. Lisäksi on nähtävissä, että yliopistojen luonnontieteelliset koulutusalat eivät houkuttele toivotulla tavalla nuoria opiskelemaan niillä.

- *On tärkeää, että koulutusjärjestelmää ja tutkimusjärjestelmää tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Tällöin on perusteltua korostaa kriittisen ajattelun ja tieteellisen lukutaidon merkitystä keskiasteen koulutuksessa.*

Suomalaisilla on parempi tietämys tieteestä ja he suhtautuvat sen mahdollisuuksiin selvästi myönteisemmin kuin eurooppalaiset ja amerikkalaiset keskimäärin. Ilmeisinä syinä tähän ovat suomalaisten koulutustaso sekä suomalaisessa kulttuurissa vallitseva tiedon korkea arvostus ja vähäiset kulttuuriset esteet tieteellisen tiedon hyväksyttävyydelle.

Yhteiskuntapoliittisen (public policy) valmistelun ja päätöksenteon suhteet tutkimuksen kenttään ovat viime vuosikymmenten mittaan vaihdelleet. Ne ovat nyt murroksessa.

Useissa maissa on siirrytty erityisesti valtionhallinnossa näyttöön perustuvaan yhteiskuntapolitiikkaan (evidence-based policy). Sen peruselementit ovat olemassa olevan tutkimustiedon arviointi, uuden tutkimustiedon hankinta tarvittaessa, asiantuntijoiden ja osallisten kuuleminen sekä vaihtoehtoisten politiikkatoimien esittäminen ja niiden tietoon perustuva arviointi.

- *Rakenteellisen kehittämisen rinnalla tulee Suomessa ottaa käyttöön näyttöön perustuvan yhteiskunta-*

*politiikan periaatteet ja käytänteet. Niiden sisällyttäminen politiikkauudistusten ja -linjausten valmisteluun edistävät tutkimustiedon käyttöä päätöksenteossa ja parantavat päätöksenteon laatua. Tässä tarkoituksessa politiikkavalmistelun tieteellistä asiantuntemusta on parannettava ministeriöissä.*

- *Sektoritutkimuksen kehittämisessä tulee varmistaa, että tutkimuslaitoksilla säilyy niissä tehtävään korkeatasoiseen tieteelliseen tutkimukseen perustuva asiantuntemus.*

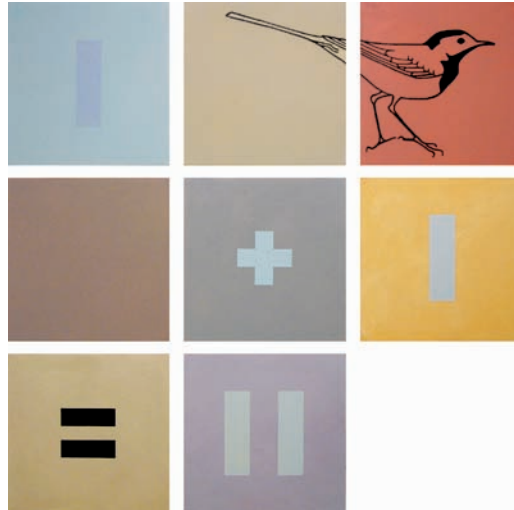
Suomen tutkimusjärjestelmän rakenteellisen kehittämisen eri osioiden valmistelu ja päätöksenteko ovat edenneet monipolvisesti ja osin hyvin nopeasti. On luonnollista, että prosessi tuottaa – kuten yhteiskuntapoliittiset muutokset yleensäkin – tarkoitettujen vaikutusten ohella myös ennakoimattomia muutoksia.

- *Akatemia pitää tärkeänä, että tutkimusjärjestelmän rakenteellisen kehittämisen tuloksia ja sen aikaansaamia muutoksia seurataan ajantasaisin tiedoin ja analyysin. Akatemia vastaa osaltaan tästä seurannasta valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti.*

Tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan yhteiskunnallisen vaikuttavuuden osoittaminen on luontevaa tietoon perustuvassa yhteiskunnassa. Suomessa Akatemia ja Tekes ovat muodostaneet vaikuttavuudesta yhtenäisen esitystavan, vaikuttavuuskehikon. Vaikuttavuuden tarkastelu ja vaikuttavuusindikaattoreiden rakentaminen tapahtuu yhteiskunnan neljällä keskeisellä alueella: talous ja uudistuminen, oppiminen ja osaaminen, suomalaisten hyvinvointi ja ympäristö.

- *Pitkäjänteinen tieteellinen tutkimus on edelleen teknologisen kehittämisen ja innovaatiotoiminnan vahvan suorituskyvyn avain. Se on myös yhteiskunnan uusiutumiskyvyn, sivistyksen ja kulttuurin perustekijöitä.*
- *Akatemia vahvistaa tutkimuksen vaikuttavuutta ensisijaisesti tieteelliseen laatuun perustuen. Samalla kehitetään verkottumista ja eri tahojen osallisuutta tehokkaimpana vaikuttavuuden kanavana.*

# LITTEET





## LIITE I. SUOMEN TIETEEN TILA JA TASO 2009 -RAPORTIN VALMISTELUUN OSALLISTUNEET

Aalto	Mika	Tekes
Aaltola	Mika	Tampereen yliopisto
Absetz	Ilmari	Tekes
Ahonen	Paavo-Petri	Gaia Consulting Oy
Ahopelto	Jouni	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Ainamo	Antti	Tieteen ja tekniikan tutkimuksen seura
Airaksinen	Matti S.	Helsingin yliopisto
Alasuutari	Pertti	Tampereen yliopisto
Alatossava	Tapani	Helsingin yliopisto
Alén	Raimo	Jyväskylän yliopisto
Andersson	Harri	Turun yliopisto
Annala	Arto	Helsingin yliopisto
Arajärvi	Mirja	Opetusministeriö
Arjas	Elja	Helsingin yliopisto
Arjava	Antti	Suomen kulttuurirahasto
Aro	Eva-Mari	Turun yliopisto
Astala	Kari	Helsingin yliopisto
Astola	Jaakko	Tampereen teknillinen yliopisto
Auranen	Otto	Tampereen yliopisto
Autio-Sarasma	Sari	Helsingin yliopisto
Auvinen	Anssi	Tampereen yliopisto
Bamford	Jaana	Jyväskylän yliopisto
Björkroth	Johanna	Helsingin yliopisto
Buchert	Johanna	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Bäckman	Jan	Suomen Akatemia
Carlsson	Sanna	Suomen Akatemia
Castren	Eero	Helsingin yliopisto
Chen	Ruizhi	Geodeettinen laitos
Dammert	Ritva	Suomen Akatemia
den Hollander	Daphne	NWO, Alankomaat
Donner	Kristian	Helsingin yliopisto
Ekman	Kalevi	Teknillinen korkeakoulu
Eloranta	Eero	Teknillinen korkeakoulu
Engeström	Ritva	Helsingin yliopisto
Ervelä-Myrreen	Eili	Suomen Akatemia
Fogelholm	Mikael	Suomen Akatemia
Forsman	Tiina	Suomen Akatemia
Friberg	Ari	Teknillinen korkeakoulu
Gyllenberg	Mats	Helsingin yliopisto
Gylling	Helena	Kuopion yliopisto
Haapala	Pertti	Tampereen yliopisto
Haaparanta	Leila	Tampereen yliopisto
Hagelin	Aila	Suomen Akatemia
Haggren	Henrik	Teknillinen korkeakoulu
Haila	Yrjö	Tampereen yliopisto
Hakala	Johanna	Tampereen yliopisto
Hakulinen	Timo	Syöpärekisteri
Halinen	Petri	Helsingin yliopisto
Hannula	Simo-Pekka	Teknillinen korkeakoulu

Hanski	Ilkka	Helsingin yliopisto
Hansteen	Thomas	RCN, Norja
Harlin	Ali	Tampereen teknillinen yliopisto
Hattula	Raija	Suomen Akatemia
Haukioja	Jussi	Turun yliopisto
Hedvall	Maj-Britt	Svenska handelshögskolan
Heikinheimo	Markku	Helsingin yliopisto
Heikinheimo	Riikka	Tekes
Heikkinen	Erja	Opetusministeriö
Heikkinen	Pekka	Helsingin yliopisto
Heinonen	Pertti	Tekes
Heinonen	Marina	Helsingin yliopisto
Helander	Eila	Helsingin yliopisto
Hemming	Samuli	Suomen Akatemia
Hemminki	Elina	Stakes
Hentilä	Helka-Liisa	Oulun yliopisto
Hiidenmaa	Pirjo	Suomen Akatemia
Himananen	Laura	Tampereen yliopisto
Hjelt	Kari	Nokian tutkimuskeskus
Hjelt	Mari	Gaia Consulting Oy
Hokkanen	Heikki	Helsingin yliopisto
Holm	Liisa	Helsingin yliopisto
Holmbom	Bjarne	Åbo Akademi
Holopainen	Heikki	Suomen Akatemia
Holopainen	Irma	Turun yliopisto
Hovatta	Iiris	Helsingin yliopisto
Hovi-Wasastjerna	Päivi	Taideteollinen korkeakoulu
Hughes	Mark	Teknillinen korkeakoulu
Huhtala	Anni	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
Hukkanen	Veijo	Oulun yliopisto
Hukkinen	Janne	Teknillinen korkeakoulu
Huovelin	Juhani	Helsingin yliopisto
Hupa	Mikko	Åbo Akademi
Husgafvel-Pursiainen	Kirsti	Työterveyslaitos
Husso	Kai	Tiede- ja teknologianeuvosto
Hytönen	Sanna	Suomen Akatemia
Hyvärinen	Jari	Tekes
Häggman	Hely	Oulun yliopisto
Häkli	Jouni	Tampereen yliopisto
Häme	Tuomas	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Hämäläinen	Keijo	Helsingin yliopisto
Hänninen	Hannu	Teknillinen korkeakoulu
Hänninen	Marja-Liisa	Helsingin yliopisto
Hänninen	Pekka	Turun yliopisto
Härkönen	Pirkko	Lund Universitet, Ruotsi
Högnäs	Göran	Åbo Akademi
Höijer	Laura	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
Ikonen	Eeva	Suomen Akatemia
Ilmoniemi	Risto	Teknillinen korkeakoulu
Isotalus	Pekka	Tampereen yliopisto
Ivaska	Ari	Åbo Akademi
Jacobsson	Carl	Vetenskapsrådet, Ruotsi
Jokinen	Kimmo	Jyväskylän yliopisto
Jukola	Saana	Suomen Akatemia

Julin	Rauno	Jyväskylän yliopisto
Julkunen-Tiitto	Riitta	Joensuun yliopisto
Jungman	Tor	Suomen Sydänliitto ry
Juvonen	Riitta	Kemianteollisuus ry
Juvonen	Tatu	Oulun yliopisto
Jylhä	Marja	Tampereen yliopisto
Jänne	Olli	Helsingin yliopisto
Jääskeläinen	Timo	Joensuun yliopisto
Kahlos	Maijastina	Helsingin yliopisto
Kaila	Kai	Helsingin yliopisto
Kajantie	Eero	Kansanterveyslaitos
Kallioniemi	Olli	Suomen molekyyliiläketieteen instituutti
Kangasjärvi	Jaakko	Helsingin yliopisto
Kankaanpää	Paula	Arktinen Keskus
Kanto	Kimmo	Tekes
Karhu	Juha	Helsingin yliopisto
Karhumäki	Juhani	Turun yliopisto
Karjalainen	Juha	Jyväskylän yliopisto
Karlsson	Markku	UPM Kymmene
Karppinen	Maarit	Teknillinen korkeakoulu
Karppinen	Soile	Suomen Akatemia
Katajamäki	Hannu	Vaasan yliopisto
Katko	Tapio	Tampereen teknillinen yliopisto
Kaukonen	Erkki	Tampereen yliopisto
Kaukovirta-Norja	Anu	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Kauppi	Lea	Suomen ympäristökeskus
Kauppi	Pekka	Helsingin yliopisto
Kauppinen	Esko	Teknillinen korkeakoulu
Kauranen	Martti	Tampereen teknillinen yliopisto
Kautonen	Mika	Tampereen yliopisto
Keinonen	Turkka	Taideteollinen
Keinänen	Kari	Helsingin yliopisto
Keski-Oja	Jorma	Helsingin yliopisto
Ketola	Mikko	Helsingin yliopisto
Kivelä	Sirkka-Liisa	Turun yliopisto
Kivikuru	Ullamaija	Helsingin yliopisto
Kivinen	Markku	Helsingin yliopisto
Kivinen	Osmo	Turun yliopisto
Knip	Mikael	Helsingin yliopisto
Koistinaho	Jari	Kuopion yliopisto
Kokkala	Matti	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Kolu	Timo	Suomen Akatemia
Kononen	Kaisa	BONUS EEIG
Kontinen	Vesa	Kansanterveyslaitos
Koponen	Juhani	Helsingin yliopisto
Korhonen	Hannu	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
Korkeala	Hannu	Helsingin yliopisto
Korpimäki	Erkki	Turun yliopisto
Koskela	Pekka	Jyväskylän yliopisto
Koskenlinna	Markus	Tekes
Koskinen	Hannu	Helsingin yliopisto
Koskinen	Jari	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Koskinen	Kari	Teknillinen korkeakoulu
Kostamovaara	Juha	Oulun yliopisto

Kotilainen	Jari	Turun yliopisto
Kovalainen	Anne	Turun kauppakorkeakoulu
Kujala	Urho	Jyväskylän yliopisto
Kukkonen	Ilmo	Geologian tutkimuskeskus
Kulmala	Markku	Helsingin yliopisto
Kulomaa	Markku	Tampereen yliopisto
Kumpulainen	Kristiina	Helsingin yliopisto
Kurki	Hannele	Suomen Akatemia
Kurki	Pekka	Lääkelaitos
Kutinlahti	Pirjo	Työ- ja elinkeinoministeriö
Kyrölä	Erkki	Ilmatieteen laitos
Kämäri	Juha	Suomen ympäristökeskus
Kärenlampi	Sirpa	Kuopion yliopisto
Kärkkäinen	Asta	Nokia Oyj
Kärkkäinen	Katri	Metla
Käyhkö	Jukka	Turun yliopisto
Kääriäinen	Helena	Kansanterveyslaitos
Laaksonen	Leo	Teknoliigat Oyj
Laasonen	Mauri	Tampereen teknillinen yliopisto
Lahti	Reijo	Turun yliopisto
Laine	Ilpo	Joensuun yliopisto
Laitinen	Risto	Oulun yliopisto
Lajunen	Lauri	Oulun yliopisto
Lammasniemi	Jorma	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Latikka	Juha	Suomen Akatemia
Lauri	Sari	Helsingin yliopisto
Lavonen	Jari	Helsingin yliopisto
Lehenkari	Janne	Advansis Oy
Lehenkari	Petri	Oulun yliopisto
Lehesjoki	Anna-Elina	Helsingin yliopisto
Lehtinen	Ari	Joensuun yliopisto
Lehtinen	Maaria	Suomen Akatemia
Lehvo	Annamaija	Suomen Akatemia
Leino-Kilpi	Helena	Turun yliopisto
Leiviskä	Kauko	Oulun yliopisto
Lemmetyinen	Helge	Tampereen teknillinen yliopisto
Lemola	Tarmo	Advansis Oy
Lepistö	Toivo	Tampereen teknillinen yliopisto
Lepola	Janne	Turun yliopisto
Leskelä	Markku	Helsingin yliopisto
Lindström	Kai	Åbo Akademi
Lindström	Miia	Helsingin yliopisto
Linko	Susan	Suomen Akatemia
Lunabba	Johan	Gaia Consulting Oy
Lundell	Taina	Helsingin yliopisto
Luomi	Jorma	Teknillinen korkeakoulu
Luukkanen	Jyrki	Turun kauppakorkeakoulu
Lyly	Annina	Helsingin yliopisto
Lyytikäinen	Pirjo	Helsingin yliopisto
Lönnberg	Harri	Turun yliopisto
Löppönen	Paavo	Suomen Akatemia
Majahalme	Tapio	Tampereen teknillinen yliopisto
Makarow	Marja	ESF
Manninen	Matti	Jyväskylän yliopisto
Markkola	Pirjo	Åbo Akademi

Markku	Reijo	Design Reform Oy
Matikainen	Raija	The Academy of Finland
Mattila	Markku	Suomen Akatemia
Mattila	Pertti	Helsingin yliopisto
Merikallio	Jussi	Kuntaliitto
Miettinen	Marita	Tampereen yliopisto
Miettinen	Reijo	Helsingin yliopisto
Muinsonen	Karri	Helsingin yliopisto
Mukala	Kristiina	Duodecimin Verkostovaltuuskunta; Sotilaslääketieteen Keskus
Muona	Jyrki	Helsingin yliopisto
Mursula	Kalevi	Oulun yliopisto
Mustonen	Jukka	Tampereen yliopisto
Mustonen	Riitta	Suomen Akatemia
Mutanen	Marja	Helsingin yliopisto
Mykkänen	Jussi	Vaisala Oyj
Myllylä	Raili	Oulun yliopisto
Mäkelä	Marjukka	Stakes
Mäkelä	Sari	Turun yliopisto
Mäkinen	Kristiina	Helsingin yliopisto
Mälkki	Anssi	Suomen Akatemia
Mänttari	Mika	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Mäntylä	Hans	Helsingin kauppakorkeakoulu
Mönkkönen	Mikko	Jyväskylän yliopisto
Mönkkönen	Jukka	Kuopion yliopisto
Neuvo	Yrjö	Teknillinen korkeakoulu
Nevalainen	Terttu	Helsingin yliopisto
Nevanlinna	Olavi	Teknillinen korkeakoulu
Niemelä	Pauli	Kuopion yliopisto
Nieminen	Mika	Helsingin yliopisto
Nieminen	Risto	Teknillinen korkeakoulu
Nikinmaa	Mikko	Turun yliopisto
Nordenstreng	Kaarle	Tampereen yliopisto
Nordlund	Kai	Helsingin yliopisto
Nousiainen	Kevät	Helsingin yliopisto
Nuolijärvi	Pirkko	Kotimaisten kielten tutkimuskeskus
Nuorteva	Jussi	Suomen kansallisarkisto
Nuotio	Kimmo	Helsingin yliopisto
Nupponen	Nina	Helsingin yliopisto
Nurmi	Hannu	Turun yliopisto
Nurmi	Jari-Erik	Jyväskylän yliopisto
Nuutinen	Anu	Suomen Akatemia
Näätänen	Risto	Helsingin yliopisto
Oinas	Päivi	Turun kauppakorkeakoulu
Oja	Erkki	Teknillinen korkeakoulu
Oja	Hannu	Tampereen yliopisto
Oksman-Caldentey	Kirsi-Marja	VTT Biotechnology
Ollikainen	Markku	Helsingin yliopisto
Ollila	Eeva	Sosiaali- ja terveysministeriö
Paalanen	Mikko	Teknillinen korkeakoulu
Paasi	Anssi	Oulun yliopisto
Paasikivi	Nelli	Konecranes Oyj
Paavilainen	Leena	Metsätutkimuslaitos
Paju	Susanna	Helsingin yliopisto
Palmroth	Minna	Ilmatieteen laitos
Paloheimo	Heikki	Tampereen yliopisto

Palonen	Kari	Jyväskylän yliopisto
Palva	Tapio	Helsingin yliopisto
Pantzar	Mika	Kuluttajatutkimuskeskus
Panula	Pertti	Helsingin yliopisto
Parkkari	Tuomas	Tiede- ja teknologianeuvosto
Partanen	Jarmo	Lappeenrannan Teknillinen yliopisto
Pauli	Anneli	EU:n komissio
Pehkonen	Jaakko	Jyväskylän yliopisto
Pekkanen	Jukka	Rakennusteollisuus RT ry
Pelkonen	Jukka	Kuopion yliopisto
Pelkonen	Paavo	Joensuun yliopisto
Pellinen	Terhi	Teknillinen korkeakoulu
Peltonen	Laura	Tekes
Peltoniemi	Markku	Teknillinen korkeakoulu
Penttilä	Merja	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Pesonen	Hanna-Leena	Jyväskylän yliopisto
Pesonen	Pekka	Tekes
Pessa	Markus	Tampereen teknillinen yliopisto
Pietikäinen	Matti	Oulun yliopisto
Pietikäinen	Petteri	Suomen Akatemia
Pietola	Kyösti	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
Pihlajaniemi	Taina	Oulun yliopisto
Piirainen	Tatu	Tampereen yliopisto
Piironen	Vieno	Helsingin yliopisto
Polla	Matti	Helsingin yliopisto
Poropudas	Olli	Opetusministeriö
Poutanen	Kaisa	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Poutanen	Markku	Geodeettinen laitos
Pouttu	Ari	Oulun yliopisto
Pulkinen	Pentti	Suomen Akatemia
Pulkinen	Tuija	Ilmatieteen laitos
Puttonen	Jari	Teknillinen korkeakoulu
Puuska	Hanna-Mari	Tampereen yliopisto
Pyykkö	Pekka	Helsingin yliopisto
Pyysiäinen	Ilkka	Helsingin yliopisto
Pyörälä	Satu	Helsingin yliopisto
Päivärinta	Lassi	Helsingin yliopisto
Pörhölä	Maili	Jyväskylän yliopisto
Raaska	Laura	Suomen Akatemia
Raento	Pauliina	Helsingin yliopisto
Raivio	Kari	Helsingin yliopisto
Raivola	Vera	Suomen Akatemia
Rantanen	Jorma	Työterveyslaitos
Rautiainen	Anna-Maija	Tekes
Rauvala	Heikki	Helsingin yliopisto
Reuter	Martina	Helsingin yliopisto
Rinne	Risto	Turun yliopisto
Riska	Dan-Olof	Fysiikan tutkimuslaitos
Rissanen	Kari	Jyväskylän yliopisto
Ritsilä	Jari	Jyväskylän yliopisto
Roivainen	Merja	Kansanterveyslaitos
Rojola	Lea	Turun yliopisto
Romantschuk	Martin	Helsingin yliopisto
Roos	Jaana	Suomen Akatemia
Rosenholm	Jarl	Åbo Akademi

Rouvinen	Juha	Joensuun yliopisto
Rummukainen	Kari	Oulun yliopisto
Ruohotie	Pekka	Tampereen yliopisto
Ruskoaho	Heikki	Oulun yliopisto
Ryhänen	Eeva-Liisa	Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
Saarikangas	Kirsi	Helsingin yliopisto
Saarinen	Jukka	Nokia Oyj
Sairinen	Rauno	Joensuun yliopisto
Salmela-Aro	Katariina	Jyväskylän yliopisto
Salmenkivi	Erja	Helsingin yliopisto
Salminen	Seppo	Turun yliopisto
Salo	Tuula	Oulun yliopisto
Salonen	Reijo	Orion Pharma
Saris	Per	Helsingin yliopisto
Satka	Mirja	Jyväskylän yliopisto
Savilahti	Harri	Turun yliopisto
Savolainen	Markku	Oulun yliopisto
Savolainen	Outi	Oulun yliopisto
Savunen	Liisa	Rehtorien neuvosto
Schulman	Alan H.	MTT, Helsingin yliopisto
Seppälä	Esko-Olavi	Tiede- ja teknologianeuvosto
Seppälä	Jukka	Teknillinen korkeakoulu
Sere	Kaisa	Åbo Akademi
Serima	Ritva	Helsingin yliopisto
Setälä	Maija	Turun yliopisto
Sievi	Eeva	Suomen Akatemia
Sihvola	Ari	Teknillinen korkeakoulu
Sihvola	Juha	Helsingin yliopisto
Simpura	Jussi	Stakes
Sipilä	Jorma	Tampereen yliopisto
Sistonen	Lea	Åbo Akademi
Skurnik	Mikael	Helsingin yliopisto
Smolander	Heikki	Metla
Sorvari	Sanna	Helsingin yliopisto
Stigell	Pauli	Tekes
Strand	Kari	Oulun yliopisto
Sundström	Liselotte	Helsingin yliopisto
Suni	Ilkka	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Suominen	Kalle-Antti	Turun yliopisto
Syrjänen	Mikko	Gaia Consulting Oy
Syrjänen	Stina	Turun yliopisto
Säteri	Helena	Ympäristöministeriö
Taavitsainen	Jussi-Pekka	Turun yliopisto
Tahvonen	Risto	MTT
Taipale	Jussi	Helsingin yliopisto
Takala	Timo	Diakonissalaitos, Oulu
Talvitie	Antti	Teknillinen korkeakoulu
Tamminen	Tuula	Tampereen yliopisto
Taurio	Ritva	Suomen Akatemia
Teeri	Teemu	Helsingin yliopisto
Tenhunen	Hannu	Turun yliopisto
Tenhunen	Sirpa	Helsingin yliopisto
Tienari	Pentti	HUS
Tiensuu	Paul	Suomen Akatemia
Tilli	Kari	Tekes

Timonen	Juhani	SWOT Consulting
Tirronen	Mika	Suomen Akatemia
Toivanen	Hannes	Työ- ja elinkeinoministeriö
Toivanen	Otto	Helsingin yliopisto
Toivanen	Reetta	Helsingin yliopisto
Toivonen	Heikki	Suomen ympäristökeskus
Tokola	Timo	Joensuun yliopisto
Tolonen	Marja-Leena	Tekes
Torkkola	Sinikka	Tampereen yliopisto
Tuominen	Marja	Lapin yliopisto
Tuominen	Markku	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Tuunainen	Juha	Helsingin yliopisto
Tuusa	Heikki	Tampereen teknillinen yliopisto
Törmä	Päivi	Teknillinen korkeakoulu
Uotila	Minna	Lapin yliopisto
Ursin	Jani	Jyväskylän yliopisto
Uusitalo	Olavi	Tampereen teknillinen yliopisto
Vaahtera	Kaisa	Suomen Akatemia
Vaattovaara	Mari	Helsingin yliopisto
Vainio	Martti	Helsingin yliopisto
Vainio-Korhonen	Kirsi	Turun yliopisto
Vainiotalo	Pirjo	Joensuun yliopisto
Valkeasuo	Laura	Suomen Akatemia
Valtonen	Heli	Jyväskylän yliopisto
Valtonen	Tellervo	Jyväskylän yliopisto
Vanhala	Jukka	Tampereen teknillinen yliopisto
Vartiainen	Maria	Helsingin yliopisto
Vartiainen	Perttu	Joensuun yliopisto
Vartiainen	Terttu	Kansanterveyslaitos
Vattulainen	Ilpo	Tampereen teknillinen yliopisto
Weckström	Matti	Oulun yliopisto
Vestala	Leena	Opetusministeriö
Westerlund-Wikström	Benita	Helsingin yliopisto
Viemerö	Janne	Tekes
Vihma-Purovaara	Tiina	Suomen Akatemia
Viisanen	Yrjö	Ilmatieteen laitos
Viitanen	Kauko	Teknillinen korkeakoulu
Viitasalo	Markku	Merentutkimuslaitos
Vilkki	Suvi	Suomen Akatemia
Vilkko	Risto	Suomen Akatemia
Visakorpi	Tapio	Tampereen yliopisto
von Bonsdorff	Pauline	Jyväskylän yliopisto
von Wright	Atte	Kuopion yliopisto
Vuolanto	Pia	Tampereen yliopisto
Vuorela	Pia	Åbo Akademi
Vuorinen	Tapani	Teknillinen korkeakoulu
Välimaa	Jussi	Jyväskylän yliopisto
Väänänen	Kalervo	Turun yliopisto
Väänänen	Keijo	Oulun yliopisto
Ylijoki	Oili-Helena	Tampereen yliopisto
Ylikarjula	Janica	Elinkeinoelämän keskusliitto
Yläanne	Jari	Jyväskylän yliopisto
Åkerman	Karl	Biomedicum Helsinki
Ämmälähti	Erja	Tekes
Östman	Jan-Ola	Helsingin yliopisto



## LIITE 2. BIBLIOMETRIKKA

### A) Bibliometriset analyysit Suomen tieteen tila ja taso -raportissa

#### Bibliometriset tiedeindikaattorit

Tieteellisten julkaisujen määrä ja osuus	<ul style="list-style-type: none"><li>Taustaindikaattori</li><li>Julkaisumäärän muutoksia tarkastellaan maittain ja tutkimusaloittain.</li></ul>
Suhteellinen viittausindeksi	<ul style="list-style-type: none"><li>Kuvaa suuntaa-antavasti tutkimustoiminnan tieteellistä vaikuttavuutta ja laatua suhteessa maailman tasoon.</li><li>Suhteellinen viittausindeksi lasketaan seuraavasti: <b>A/B</b> <b>A</b> = julkaisujen saamat ositetut viittaukset / ositetut julkaisut <b>B</b> = tutkimusaloittainen ja julkaisutyypikohtainen maailman keskimääräinen viittauskertymä. Alakohtainen ja julkaisutyypikohtainen maailman keskimääräinen viittauskertymä voidaan määrittää esimerkiksi yksittäiselle alalle, alaryhmälle tai kaikille Suomen julkaisuille tietynä aikana.</li><li>Kuinka monta prosenttia enemmän tai vähemmän esimerkiksi Suomen julkaisut tai Suomen tietyn alan julkaisut ovat keränneet viittauksia kuin maailman maiden julkaisut keskimäärin tietynä ajanjaksona.</li></ul>
Eniten viittauksia saaneet julkaisut	<ul style="list-style-type: none"><li>Kuvaa suuntaa-antavasti huippututkimusta.</li><li>Mikä osuus Suomen julkaisuista kuuluu maailman eniten viittauksia saaneiden julkaisujen joukkoon?</li><li>Mikä osuus tietyn alan suomalaisista julkaisuista kuuluu maailman eniten viittauksia saaneiden julkaisujen joukkoon alalla?</li><li>Tarkastellaan 1, 5 tai 10 prosenttia maailman eniten viittauksia saaneista julkaisuista.</li></ul>
Kansainvälinen julkaisu yhteistyö	<ul style="list-style-type: none"><li>Kuvaa kansainvälisen tutkimusyhteistyön määrää eri maiden tutkijoiden yhteistyönä tekemien julkaisujen avulla</li><li>Tarkastellaan kansainvälisten yhteisjulkaisujen määrää ja osuutta kaikista julkaisuista maittain. Voidaan tarkastella esim. Suomen yhteisjulkaisuja eri tutkimusaloilla.</li></ul>

#### Bibliometrinen aineisto

- Vetenskapsrådet*in bibliometrinen aineisto: Kolme Thomson Reutersin tuottamaa tietokantaa (<http://scientific.thomson.com>): Science Citation Index Expanded, Social Science Citation Index ja Arts & Humanities Citation Index. Aineisto on saatavilla vuodesta 1982 alkaen. (Humanististen tieteiden osalta ja suurelta osin myös yhteiskunta-tieteiden osalta tietokantojen kattavuus on erittäin puutteellinen.)
- Aineisto sisältää alkuperäisartikkeleita (articles) ja katsausartikkeleita (reviews). Muista julkaisutyypeistä alkuperäisartikkeleiden kanssa samaan ryhmään kuuluvat myös kommentit (note) ja kirjeet (letter). Konferenssijulkaisut (proceedings) eivät sisälly aineistoon.
- Aineisto ja menetelmät on kuvattu teknisesti yksityiskohtaisemmin liitteen osassa B.

#### Tutkimusaloittaiset luokitukset

- Tieteellisen artikkelin tutkimusala määräytyy sen mukaan, mille tutkimusalueelle lehti, jossa artikkeli on julkaistu, on luokiteltu.
- Edellä mainitut kolme tietokantaa sisältävät yhteensä 255 alaa, joista suomalaisilla on viime vuosina ollut julkaisuja 240 alalla (esim. **Biochemistry & Molecular Biology**; Environmental Sciences; Endocrinology & Metabolism; Engineering, Electrical & Electronic).

- Raportin ensimmäisen osan luvussa 2 esitetään bibliometrisiä analyysejä 12 tutkimusalalla. Nämä tutkimusalat on muodostettu useita Thomson Reutersin käyttämiä aloja yhdistelemällä (liitetaulukko 1). Yhteiskuntatieteiden ja humanististen alojen julkaisut eivät ole mukana tutkimusalakohtaisessa tarkastelussa, koska Thomson Reutersin aineisto antaa vain viitteellisen kuvan alojen kehityksestä. Raportin toisen osan terveyden tutkimusta käsittelevään lukuun sisältyy bibliometrisiä analyysejä kolmella tutkimusalalla näistä 12 alasta.
- Raportin toisen osan biotieteiden ja ympäristön tutkimusta sekä luonnontieteiden ja tekniikan tutkimusta käsitteleviin lukuihin sisältyvien bibliometrinen analyysien taustalla olevat tutkimusalaluokitukset on kuvattu liitetaulukoissa 2A ja 2B.

### Bibliometriset menetelmät

Osittaminen (fractionalising)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osittaminen tehdään maiden mukaan kun julkaisulla on kirjoittajia eri maista. Esim. suomalais-ruotsalainen yhteisjulkaisu tuottaa 0,5 julkaisua molempien maiden tilastoihin. Perustuu kirjoittajien taustaorganisaatioiden osoitteisiin.</li> <li>• Osittaminen tehdään tutkimusalan mukaan, jos julkaisu on luokiteltu useammalle alalle. Tällöin tutkimusalojen yhdistäminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi ei aiheuta päällekkäisyyttä.</li> <li>• Jokainen julkaisu lasketaan analyysissä vain yhden kerran, ja osuuksien suhde on aina yksi.</li> <li>• Viittaukset on ositettu samalla tavalla kuin julkaisut.</li> <li>• Eniten viittauksia saaneet artikkelit eivät dominoi viittausanalyysiä.</li> </ul>
Normalisointi (normalising)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalisointi mahdollistaa eri tutkimusalojen ja eri julkaisutyyppien tarkastelun samassa aineistossa tasapuolisemmin kuin yleensä. Lisäksi aikasarjojen tarkastelu on luotettavampaa.</li> <li>• Menetelmässä tutkimusalojen ja julkaisutyyppien väliset erilaiset viittauskäytännöt otetaan huomioon.</li> </ul>
Viittausten kertyminen* (citation window)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Julkaisujen saamat viittaukset kertyvät viiveellä, joten viittausmäärät lasketaan kausittain (3 vuoden aikaikkuna: julkaisuvuosi + 2 seuraavaa vuotta).</li> </ul>
Itseviittausten poistaminen (excluding self citations)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perustuu itseviittausten mekaaniseen tunnistamiseen kirjoittajien sukunimen ja nimikirjainten avulla.</li> <li>• Jos sama kirjoittaja esiintyy sekä viittaavan että viitatun julkaisun tekijänä, tulkitaan viittaus itseviittaukseksi.</li> <li>• Menetelmään liittyy virhemahdollisuus esim. silloin, jos viittaavalla tutkijalla ja viitatulla tutkijalla on täsmälleen sama sukunimi ja nimikirjaimet. Voi aiheuttaa analyysissä vääristymää tutkimusaloilla, joissa julkaisut perustuvat erittäin suuren tutkijaryhmän yhteistyöhön.</li> </ul>

\* Vuoden 2007 viittauskertymä on puutteellinen kattaen julkaisuvuoden lisäksi vain yhden vuoden. Raportin toisen osan Biotieteiden ja ympäristön tutkimusta ja luonnontieteiden ja tekniikan tutkimusta käsittelevien lukujen tutkimusalakohtaisissa analyyseissä vuoden 2006 viittauskertymä on puutteellinen kattaen julkaisuvuoden lisäksi vain yhden vuoden.

**Liitetaulukko 1.** Raportin ensimmäisen osan luvussa 2 käytetyt tutkimusalat.

Tutkimusala	Thomson Reutersin tieteenalaluokat	
Biologia	Biodiversity Conservation Biology Biology, miscellaneous Ecology Evolutionary Biology Developmental Biology Entomology	Limnology Marine & Freshwater Biology Mycology Ornithology Reproductive Biology Plant Sciences Zoology
Biotieteet ja biolääketiede*	Anatomy & Morphology Biochemical Research Methods Biochemistry & Molecular Biology Biophysics Biotechnology & Applied Microbiology Cell Biology Chemistry, Medicinal Cytology & Histology	Genetics & Heredity Immunology Microbiology Microscopy Neurosciences Pharmacology & Pharmacy Physiology
Fysiikka	Acoustics Astronomy & Astrophysics Thermodynamics Nuclear Science & Technology Optics Physics, Applied Physics, Fluids & Plasmas	Physics, Atomic, Molecular & Chemical Physics, Multidisciplinary Physics, Condensed Matter Physics, Nuclear Physics, Particles & Fields Physics, Mathematical
Geotieteet	Geochemistry & Geophysics Geography, Physical Geology Geosciences, Multidisciplinary	Meteorology & Atmospheric Sciences Mineralogy Oceanography Paleontology
Kemia	Chemistry, Applied Chemistry, Multidisciplinary Chemistry, Analytical Chemistry, Inorganic & Nuclear Chemistry, Organic	Chemistry, Physical Crystallography Electrochemistry Polymer Science Spectroscopy
Kliininen lääketiede*	Allergy Andrology Anesthesiology Cardiac & Cardiovascular System Clinical Neurology Critical Care Medicine Dentistry, Oral Surgery & Medicine Dermatology Emergency Medicine Endocrinology & Metabolism Gastroenterology & Hepatology Geriatrics & Gerontology Gerontology Hematology Infectious Diseases Integrative & Complementary Medicine Medical Ethics	Neuroimaging Obstetrics & Gynecology Oncology Ophthalmology Orthopedics Otorhinolaryngology Parasitology Pathology Pediatrics Peripheral Vascular Disease Psychiatry Psychology, Clinical Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging Rehabilitation Respiratory System Rheumatology Substance Abuse

Tutkimusala	Thomson Reutersin tieteenalaluokat	
	Medical Informatics Medical Laboratory Technology Medicine, General & Internal Medicine, legal Medicine, miscellaneous Medicine, Research & Experimental	Surgery Toxicology Transplantation Tropical Medicine Urology & Nephrology Virology
Maatalous- ja metsätieteet	Agriculture, Dairy & Animal Science Agricultural Engineering Agricultural Economics & Policy Agriculture, Multidisciplinary Agricultural experiment station reports Agronomy Fisheries	Food Science & Technology Forestry Horticulture Soil Science Veterinary Sciences Water Resources
Matematiikka	Mathematical & Computational Biology Mathematics, General Mathematics, Applied	Mathematics, Interdisciplinary Applications Mathematics Statistics & Probability
Tekniikka	Construction & Building Technology Energy & Fuels Engineering, Aerospace Engineering, Biomedical Engineering, Chemical Engineering, Civil Engineering, Environmental Engineering, Geological Engineering, Industrial Engineering, Manufacturing Engineering, Marine Engineering, Mechanical Engineering, Multidisciplinary Engineering, Ocean Engineering, Petroleum Ergonomics	Materials Science, Biomaterials Materials Science, Ceramics Materials Science, Characterization, Testing Materials Science, Coatings & Films Materials Science, Composites Materials Science, Multidisciplinary Materials Science, Paper & Wood Materials Science, Textiles Mechanics Metallurgy & Metallurgical Engineering Metallurgy & Mining Mining & Mineral Processing Nanoscience & Nanotechnology Operations Research & Management Science Transportation Transportation Science & Technology
Terveystieteet*	Health Care Sciences & Services Nursing Nutrition & Dietetics	Public, Environmental & Occupational Health Sport Sciences
Tietojenkäsittelytieteet (ICT)	Automation & Control Systems Computer applications & Cybernetics Computer critical reviews Computer Science, Artificial Intelligence Computer Science, Cybernetics Computer Science, Hardware & Architecture Computer Science, Information Systems Computer Science, Interdisciplinary Applications	Computer Science, Software Engineering Computer Science, Theory & Methods Engineering, Electrical & Electronic Instruments & Instrumentation Remote Sensing Robotics Telecommunications
Ympäristötieteet	Environmental Sciences	

\* Tutkimusalan julkaisu toimintaa tarkastellaan myös raportin toisen osan terveyden tutkimusta käsittelevässä luvussa. Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA.  
© Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.

**Liitetaulukko 2A.** Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen bibliometrisissä analyyseissä (liitteissä 1-4) käytetyt tutkimusalaluokitukset.

Bibliometrisissä analyyseissä käytetyissä tutkimusalaluokituksissa on pyritty mahdollisimman suureen vastaavuuteen tekstissä esiintyvien työpajojen alojen kanssa. Vastaavuutta rajoittavat käytetyissä tietokannoissa olevat luokitukset.

**Liitteet 1 ja 2**

Alat	Tietokannan tieteenalaluokat
Biokemia	Biochemistry & Biophysics Cell & Developmental Biology Molecular Biology & Genetics
Ekologia	Environment / Ecology
Elintarviketieteet	Food Science / Nutrition
Kasvitieteet	Plant Sciences
Maatalous- ja metsätieteet	Agricultural chemistry Agriculture / Agronomy
Mikrobiologia	Microbiology
Neurotieteet	Neurosciences & Behavior Physiology

Käytetty tietokanta: Thomson Scientific, National Science Indicators 1981–2005 (Deluxe).

**Liitteet 3 ja 4**

Tutkimusalat	Science Citation Index Expanded Database: Subject Categories	
Biokemia	Biochemistry & Molecular Biology Biochemical Research Methods Biophysics Cell Biology	Developmental Biology Genetics & Heredity Mathematical & Computational Biology
Ekologia	Biodiversity Conservation Ecology	Evolutionary Biology
Elintarviketieteet	Food Science & Technology	Nutrition & Dietetics
Kasvitieteet	Biotechnology & Applied Microbiology	Plant Sciences
Maantiede	Geography	Geography, Physical
Maataloustieteet	Agricultural Economics & Policy Agricultural Engineering Agricultural Experiment Station Reports Agriculture, Dairy & Animal Science Agriculture, Multidisciplinary	Agronomy Fisheries Horticulture Soil Science Water Resources
Metsätieteet	Forestry	
Mikrobiologia	Microbiology	Virology
Neurotieteet	Neurosciences	Physiology
Ympäristön tutkimus	Environmental Sciences	Environmental Studies

Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA. © Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.

**Liitetaulukko 2B.** Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen bibliometrisissä analyyseissä käytetty tutkimusalaluokitus.

<b>Tutkimusala</b>	<b>Science Citation Index Expanded Database: Subject Categories</b>	
Avaruus- ja tähtitiede	Astronomy & Astrophysics	
Fysiikka	Acoustics Physics, Applied Physics, Fluids & Plasmas Physics, Atomic, Molecular & Chemical Physics, Multidisciplinary Physics, Condensed Matter	Physics, Nuclear Physics, Particles & Fields Physics, Mathematical Nuclear Science & Technology Thermodynamics
Geotieteet	Geochemistry & Geophysics Geography, Physical Geology Geosciences, Multidisciplinary Meteorology & Atmospheric Sciences	Mineralogy Oceanography Paleontology Remote Sensing
Kemia	Chemistry, Applied Chemistry, Multidisciplinary Chemistry, Analytical Chemistry, Inorganic & Nuclear Chemistry, Organic	Chemistry, Physical Crystallography Electrochemistry Polymer Science Spectroscopy
Matematiikka ja tilastotiede	Mathematical & Computational Biology Mathematics, Applied Mathematics, Interdisciplinary Applications	Mathematics Statistics & Probability
Materiaalitiede	Materials Science, Ceramics Materials Science, Multidisciplinary Materials Science, Biomaterials Materials Science, Characterization, Testing Materials Science, Coatings & Films	Materials Science, Composites Materials Science, Textiles Nanoscience & Nanotechnology Optics
Energia- ja ympäristötekniikka	Energy & Fuels	
Kone- ja valmistustekniikka	Engineering, Aerospace Engineering, Manufacturing Engineering, Mechanical	Ergonomics Mechanics
Prosessitekniikka	Engineering, Chemical Metallurgy & Metallurgical Engineering	Mining & Mineral Processing
Puunjalostustekniikka	Materials Science, Paper & Wood	
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka sekä arkkitehtuuri	Architecture Construction & Building Technology Engineering, Civil	Transportation Transportation Science & Technology
Sähkötekniikka ja elektroniikka	Automation & Control Systems Engineering, Electrical & Electronic Instruments & Instrumentation	Robotics Telecommunications
Tietojenkäsittelytiede	Computer Science, Artificial Intelligence Computer Science, Cybernetics Computer Science, Hardware & Architecture Computer Science, Information Systems	Computer Science, Interdisciplinary Applications Computer Science, Software Engineering Computer Science, Theory & Methods
Tuotantotalous	Engineering, Industrial	Operations Research & Management Science

Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA. © Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.

### Data source

- The statistics are compiled using the publications database at the Swedish Research Council (Vetenskapsrådet). This database contains all publications from international journals indexed in the following Thomson Reuters products: *Science Citation Index Expanded*, *Social Science Citation Index* and *Arts & Humanities Citation Index*.
- Any report based on these data is required to include the following statement: Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded®, Social Science Citation Index and Arts & Humanities Citation Index prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA© Copyright Thomson Reuters® 2009. All rights reserved.

### Definitions

- *Publication types included*. All statistics are based on articles and reviews only. However, the definition of article has been expanded to include the publication types note and letter. The types note and article were merged by Thomson Reuters in 1996, but the Swedish Research Council has also merged them before this year.
- All *citation statistics* are based on field normalised citations using a 3-year citation window (i.e. citations received during the publication year +2 following years). For the year 2007, the 3-year citation window is not complete and therefore the statistics may change when the database is updated. Volume and citation statistics may also change concerning previous years when the database is updated, since new journals are continuously added to the database contents. Updates usually also include back issues of new journals.
- *Self citations* are always removed based on author names. All citations where the same surname and initial(s) occur among the authors in both the citing and cited work are ignored.

- *Multidisciplinary publications* are, whenever possible, reclassified into other subject fields based on (a) the subject profile of the reference list of each multidisciplinary publication and (b) the subject profile of the publication citing the publication. A publication remains classified as multidisciplinary only when the reclassification algorithm has failed to reclassify it. After the year 2000 approximately 10% of the publications originally classified as multidisciplinary remain in this group.

### Computations

*Number of (fractionalised) publications per subject field*

$$P_{s, \text{frac}} = \sum_{i=1}^P \frac{A_i}{T_i S_i}$$

where

- P = the number of publications the unit has participated in
- $A_i$  = the number of author addresses from the analysed country or region in publication  $i$
- $T_i$  = the total number of author addresses in publication  $i$
- $S_i$  = the number of subject fields publication  $i$  is assigned to.

For example, if a publication has five addresses of which two belong to Finnish organisations and the publication is assigned to two subject fields, Finland is credited  $2/(5*2) = 0.2$  fractionalised publications to *each* of the two subject fields. All statistics on number of publications are based on fractionalised numbers according to this definition.

### *Field normalised citation rate ( $c_f$ )*

The field normalised citation rate is one of what is called 'state-of-the-art' bibliometric indicators. The general idea of the indicator is to relate the number of citations made to a publication or a group of publications to average citations to a group of comparable publications of the same publication type, publication year and scientific field.

The Swedish Research Council calculates its  $c_f$  indicator using a fraction-oriented method, which means that the citation rate of each subject fraction for a publication is normalised against an average citation rate for the same publication type, publication year and subject field that the fraction in question belongs to. When the average normalised citation rate for the analysed unit's publication is calculated, each publication fraction is weighted according to the inverse of the number of subject fractions, so that the resulting average is a weighted average.

The average  $c_f$  is calculated according to the following formula:

$$C_f = \frac{\sum_{i=1}^R \frac{C_i}{S_i * A_i * \mu_{f(i)}}}{\sum_{i=1}^R \frac{1}{S_i * A_i}}$$

where

$R$  = the number of publication fractions attributed to the analysed unit

$C_i$  = the number of citations to the publication of fraction  $i$  (according to a separately specified citation window, self-citations removed)

$S_i$  = the number of subject fields that the publication of fraction  $i$  has been classified as belonging to

$A_i$  = the total number of addresses in the publication of fraction  $i$

$\mu_{f(i)}$  = the field reference value for the field of fraction  $i$

*Proportion of top 10% (or 5%, or 1%)*

$$P_{f10\%} = \sum(x_i) / P$$

$$x_i = p_{\text{frac}} \text{ if } C_i > \tau_{f10\%},$$

$$\text{else } x_i = 0$$

where

$P$  = the unit's number of fractionalised publications for the same year and subject field

$C_i$  = the number of citations to publication  $i$

$\tau_{f10\%}$  = the 90th percentile of the number of citations to publications of the same type, published the same year in the same subject field.

Comments to this index:

- The number of citations must be *greater* than the corresponding percentile for a publication to be included in any of these groups. The proportion of publications included in the group in question is therefore less than the percentage indicated by the group title. The exact proportion included varies by year and subject field. Typically 7% of all publications are included in the top 10% group and 0.7% in the top 1% group.
- The *proportion of top 5% and top 1%* is calculated in the same way using the 95th and 99th percentiles respectively.
- It is possible for a publication assigned to several subject fields to belong to a group of highly cited publications in one subject field but not in another.

*Moving averages*

The 3-year average for number of publications ( $P$ ) for year  $y$  is calculated as:

$$(P_{y-1} + P_y + P_{y+1})/3.$$

The 3-year average for field normalised citation rate for year  $y$  ( $c_{fy}$ ) is calculated as:

$$(\sum c_{y-1} + \sum c_y + \sum c_{y+1}) / (P_{y-1} + P_y + P_{y+1})$$

Where  $\sum c_y$  is the sum of field normalised citations for year  $y$ .



Suomen Akatemia laatii kerran tieteellisten toimikuntien kolmi-vuotisen toimikauden aikana Suomen tieteen tilaa ja tasoa arvioivan katsauksen. Vuoden 2009 raportti koostuu yleisestä osasta, tieteellisten toimikuntien valmistelemasta osasta ja kehittämisosasta.

Raportin yleisessä osassa tarkastellaan Suomen tutkimusjärjestelmän kehitystä viime vuosikymmenien aikana sekä tutkimusjärjestelmän rakennekehitystä erityisenä painotuksena yliopistojen tutkimustoiminta. Lisäksi siinä käsitellään kansainvälisen toimintaympäristön kehitystä, Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän kansainvälistymistä sekä tiedettä yhteiskunnassa.

Suomen tieteen tilaa käsittelevässä osassa tieteelliset toimikunnat tarkastelevat tutkimuksen vahvuuksia, heikkouksia ja mahdollisuuksia kukin omilla tieteenaloillaan. Toimikuntien raporteissa paneudutaan tutkijanuran haasteisiin, tutkimuksen infrastruktuureiden tilaan sekä tutkimuksen tieteelliseen ja yhteiskunnalliseen vaikuttavuuteen.

Raportin kehittämisosassa esitetään yleisarvio Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän tilasta ja tasosta sekä joukko kehittämissuuntia.



SUOMEN AKATEMIA

Vilhonvuorenkatu 6 • PL 99, 00501 Helsinki  
Puhelin (09) 774 881 • Fax (09) 7748 8299  
[www.aka.fi](http://www.aka.fi) • [viestinta@aka.fi](mailto:viestinta@aka.fi)