

SUOMEN AKATEMIAN JULKAISUJA 6/12

# TIETEEN TILA

## 2012



SUOMEN AKATEMIA

SUOMEN AKATEMIAN JULKAISUJA 6/12

# TIETEEN TILA

## 2012

Toimittaneet

Leena Treuthardt ja Anu Nuutinen

# SUOMEN AKATEMIA

Suomen Akatemia rahoittaa korkealaatuista, innovatiivista ja uusiin tieteellisiin läpimurtoihin tähtäävää tutkimusta, toimii tieteen ja tiedepolitiikan asiantuntijana sekä vahvistaa tieteen ja tutkimustyön asemaa.

Akatemia tukee tutkijaa tutkijanuran eri vaiheissa monipuolisilla rahoitusmuodoilla. Tutkijoita kannustetaan liikkumaan yliopistojen ja tutkimuslaitosten lisäksi muussa julkisessa hallinnossa, elinkeinoelämässä sekä kansainvälisesti. Akatemialla on laajaa yhteistyötä kansainvälisesti muiden maiden ja kansainvälisten rahoittajaorganisaatioiden kanssa.

Akatemian rahoitus perustuu avoimeen kilpailuun ja riippumattomaan vertaisarviointiin. Akatemia rahoittaa tutkimusta noin 320 miljoonalla eurolla vuonna 2012. Akatemian rahoittamissa tutkimushankkeissa työskentelee noin 6 000 henkilöä.

Akatemia toimii opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalalla.

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

ISSN 0358-9153

ISBN 978-951-715-834-3 (pain.)

ISBN 978-951-715-835-0 (pdf)

Taitto: DTPage Oy

Kopio Niini Oy, 2012

# SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| <b>Esipuhe</b> .....  | 11 |
| <b>Johdanto</b> .....   | 13 |
| <b>1 Suomen tutkimusjärjestelmä kansainvälisessä vertailussa</b> .....                          | 15 |
| 1.1 Suomalainen tutkimus muuttuvassa toimintaympäristössä.....                                  | 15 |
| Kansainvälisiä kehitystrendejä .....  | 15 |
| Suomen tiedejärjestelmän muutoksia .....  | 16 |
| 1.2 Koulutuksen laajuus ja taso .....   | 18 |
| Yleissivistävä ja perustutkintokoulutus.....  | 18 |
| Tohtorikoulutus .....   | 21 |
| 1.3 Tutkimuksen rahoitus.....   | 25 |
| Kokonaiskuva tutkimus- ja kehitysmenoista .....   | 25 |
| Julkinen rahoitus ja muut rahoituslähteet.....  | 28 |
| Korkeakoulusektorin tutkimustoiminta .....  | 32 |
| 1.4 Tutkimuksen henkilövoimavarat .....   | 35 |
| Tutkimus- ja kehitystoiminnan henkilöstö.....   | 35 |
| Korkeakoulusektorin tutkimushenkilöstö .....  | 40 |
| 1.5 Tutkimuksen tuloksellisuus ja vaikuttavuus .....  | 42 |
| Bibliometriikka vaikuttavuuden mittarina.....   | 42 |
| Julkaisumäärien kehitys .....   | 43 |
| Viittausindikaattorit.....  | 45 |
| Patentit .....  | 47 |
| <b>2 Tieteen tila: Tieteellisten toimikuntien tekemät analyysit</b> .....                       | 51 |
| 2.1 Biotieteet ja ympäristön tutkimus.....  | 51 |
| Tutkimusympäristö, rahoitus ja infrastruktuurit .....   | 51 |
| Tutkijankoulutus.....   | 53 |
| Tutkimusyhteistyö ja liikkuvuus.....  | 54 |
| Yritysyhteistyö.....  | 54 |
| Biotieteiden ja ympäristön tutkimusta koskevan tietoisuuden ja<br>tietämyksen kehittäminen..... | 55 |
| Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet,<br>mahdollisuudet ja uhat .....   | 56 |
| Kehittämisehdotukset .....  | 57 |
| 2.2 Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimus.....  | 58 |
| Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen ominaispiirteet .....                             | 58 |
| Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet,<br>mahdollisuudet ja uhat .....   | 59 |
| Kehittämisehdotukset .....  | 61 |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.3      | Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimus.....   | 62        |
|          | Toimintaympäristön muutos.....  | 62        |
|          | Kansainvälinen toiminta.....  | 63        |
|          | SHOKit ja yritysysteistyö .....   | 64        |
|          | Tutkimusryhmien koko .....  | 64        |
|          | Kansalliset foorumit .....  | 65        |
|          | Koulutus .....  | 65        |
|          | Tutkimusinfrastruktuurit.....   | 65        |
|          | Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet,<br>mahdollisuudet ja uhat .....                          | 66        |
|          | Kehittämisehdotukset .....  | 66        |
| 2.4      | Terveyden tutkimus.....   | 67        |
|          | Suomalaisella terveyden tutkimuksella on vahva asema kansainvälisesti.....  | 67        |
|          | Tutkimusedellytysten kehittämistä puuttuu pitkäjänteinen ote .....  | 67        |
|          | Nuorten tutkijoiden itsenäistyminen on avain tutkimuksen uudistumiseen .....  | 68        |
|          | Kansainvälisen yhteistyön muodot ovat muuttuneet.....   | 68        |
|          | Monimuotoisten infrastruktuurien ylläpito ja uusiminen vaikuttavat<br>ratkaisevasti tutkimuksen tasoon.....               | 69        |
|          | Terveyden tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat .....   | 70        |
|          | Kehittämisehdotukset .....  | 73        |
| <b>3</b> | <b>Suomen Akatemian hanke- ja tutkimusohjelmarahoitus ihmiskunnan ja<br/>yhteiskunnan suurten haasteiden aloilla.....</b> | <b>75</b> |
|          | <i>Timo Aarrevaara, Arto Aniluoto, Paula Ranne, Reetta Ruotsalainen</i>   |           |
|          | Tiivistelmä .....   | 75        |
| 3.1      | Tausta.....   | 75        |
| 3.2      | Aineisto .....  | 76        |
| 3.3      | Analyysissä käytetty kriteeristö ja tulkinnan lähtökohdat .....   | 77        |
| 3.4      | Hankkeiden kohdistuminen suuriin haasteisiin.....   | 78        |
|          | Hankkeiden kytkettyneisyys .....  | 78        |
|          | Tutkimuksen vuorovaikutus.....  | 79        |
|          | Hankkeiden kohdentuminen .....  | 79        |
|          | Hankkeiden kattavuus .....  | 80        |
| 3.5      | Keskeiset havainnot.....  | 82        |
|          | Lähteet .....   | 83        |
| <b>4</b> | <b>Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset .....</b>   | <b>85</b> |
| 4.1      | Johtopäätökset.....   | 85        |
| 4.2      | Kehittämisehdotukset .....  | 88        |
|          | <b>Liite 1 Bibliometriset menetelmät (englanniksi).....</b>   | <b>93</b> |

## KUVAILULEHTI

|                               |  |  |   |           |
|-------------------------------|--|--|---|-----------|
| Julkaisija                    | Suomen Akatemia  |  | Päivämäärä  | 8.10.2012 |
| Tekijä(t)                     | Leena Treuthardt ja Anu Nuutinen (toim.)   |  |   |           |
| Julkaisun nimi                | Tieteen tila 2012  |  |   |           |
| Tiivistelmä                   | <p>Suomen Akatemia on arvioinut Suomen tieteen tilaa joka kolmas vuosi vuodesta 1997 lähtien. Tämänkertaisessa Tieteen tila -raportissa tarkastellaan suomalaista tutkimusjärjestelmää, tieteenaloja sekä temaattisesti tutkimusta suurten haasteiden aloilla.</p> <p>Arviointiraportin ensimmäisessä luvussa tarkastellaan toimintaympäristön muutosten ohella tutkimusjärjestelmän tilaa ja asemoitumista kansainvälisesti. Luvun teemoja ovat perustutkinto- ja tutkijankoulutus tutkimustoiminnan perustana, tutkimus- ja kehittämistoiminnan taloudelliset ja inhimilliset voimavarat sekä tutkimustoiminnan tuloksellisuus ja vaikuttavuus. Vertailumaiksi on valittu Alankomaat, Irlanti, Itävalta, Norja, Ruotsi, Suomi, Sveitsi ja Tanska. Näissä kahdeksassa maassa korkeakoulu- ja tutkimusjärjestelmät ovat Suomeen verrattaessa suhteellisen samankokoisia ja toiminnaltaan riittävän samankaltaisia.</p> <p>Raportin toisessa luvussa Suomen Akatemian tieteelliset toimikunnat analysoivat tieteenalaryhmittäin tutkimuksen toimintaympäristön ja tutkimusedellytysten kehitystä sekä tutkimuksen vahvuuksia, heikkouksia sekä lähitulevaisuuden mahdollisuuksia ja uhkia (SWOT-analyysi) sekä esittävät edustamiaan aloja koskevia kehittämisehdotuksia. Tieteellisten toimikuntien arvioinnit pohjautuvat tieteenalojen tilan arviointiin syksyllä 2011 järjestetyssä 42 tieteenalakohtaisessa arviointityöpajassa, joihin osallistui yhteensä 366 tutkijaa.</p> <p>Monet kansainväliset toimijat ovat viime vuosina esittäneet näkemyksiään tutkimuksen osuudesta suurten haasteiden ratkaisemisessa. Osana tähän liittyviä toimia Suomen Akatemian hallitus nimesi kesällä 2011 kuusi suurta ihmiskunnan ja yhteiskunnan haastetta, jotka ovat pohjoinen ilmasto ja ympäristö, kestävä energia, kulttuurien vuoropuhelu, terve arki kaikille, oppiminen ja osaaminen mediayhteiskunnassa sekä väestön ja yksilön ikääntyminen. Raportin kolmas luku sisältää tarkastelun siitä, miten paljon Suomen Akatemian rahoittamissa hankkeissa on käsitelty suuriin haasteisiin kuuluvia teemoja. Luvun ovat laatineet professori Timo Aarrevaara ja tutkijat Arto Aniluoto, Reetta Ruotsalainen ja Paula Ranne Helsingin yliopiston korkeakoulu- ja innovaatiotutkimuksen verkostosta (HEINE).</p> <p>Neljäs luku sisältää johtopäätökset Suomen tieteen tilasta edellisten lukujen tarkastelun pohjalta ja kehittämisehdotuksia Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän vahvistamiseksi.</p> |  |   |           |
| Asiasanat                     | Arviointi, tiede, tieteenala, toimintaympäristö, tutkimus- ja kehittämistoiminta, suuret haasteet  |  |   |           |
| Julkaisusarjan nimi ja numero | Suomen Akatemian julkaisuja 6/12   |  |   |           |
| ISSN                          | 0358-9153  |  |   |           |
| ISBN                          | Painetulle kirjalle annettu tunnus<br>978-951-715-834-3  |  | Pdf-versiolle annettu tunnus<br>978-951-715-835-0 |           |
| Sivumäärä                     | 94   |  |   |           |
| Julkaisun jakaja              | Suomen Akatemia, PL 131, 00531 Helsinki  |  |   |           |
| Julkaisun kustantaja          | Suomen Akatemia  |  |   |           |
| Painopaikka ja -aika          | Kopio Niini Oy, 2012   |  |   |           |
| Muut tiedot                   | <a href="http://www.aka.fi/julkaisut">www.aka.fi/julkaisut</a> <a href="http://www.aka.fi/tieteentila2012">www.aka.fi/tieteentila2012</a>  |  |   |           |

# PRESENTATIONSBLAD

|                                |   |       |                   |
|--------------------------------|---|-------|-------------------|
| Utgivare                       | Finlands Akademi  | Datum | 8.10.2012         |
| Författare                     | Leena Treuthardt och Anu Nuutinen (red.)  |       |                   |
| Publikationens namn            | Tieteen tila 2012 (Vetenskapens tillstånd 2012)   |       |                   |
| Sammandrag                     | <p>Finlands Akademi har utvärderat vetenskapens tillstånd i Finland vart tredje år sedan 1997. Målet med 2012 års utvärdering är att granska det finländska forskningssystemet, vetenskapsgrenarna och forskningen inom de områden som rör mänsklighetens stora utmaningar.</p> <p>I utvärderingsrapportens första kapitel granskas dels förändringarna i verksamhetsmiljön, dels forskningssystemets tillstånd och ställning internationellt. I kapitlet ingår tre teman: grundexamens- och forskarutbildning som underlag för forskningsverksamhet; FoU-verksamhetens ekonomiska och mänskliga resurser; samt forskningsverksamhetens resultat och genomslag. Finland jämförs med sju andra länder: Danmark, Irland, Nederländerna, Norge, Schweiz, Sverige och Österrike. Dessa länders högskole- och forskningssystem liknar Finlands både till storlek och till karaktär.</p> <p>I rapportens andra kapitel analyserar Finlands Akademi fyra forskningsråd disciplinspecifikt hur forskningens verksamhetsmiljö och förutsättningar har utvecklats. Forskningsråden presenterar också en SWOT-analys av styrkorna, svagheter, möjligheter och hoten inom de olika vetenskapsgrenarna samt ger förbättringsförslag. Forskningsrådets omdömen grundar sig på utvärderingar av de olika vetenskapsgrenarna som genomfördes hösten 2011 i 42 disciplinspecifika forskarverkstäder. I verkstäderna deltog sammanlagt 366 forskare.</p> <p>Flera internationella aktörer har under de senaste åren fört fram sina åsikter om hur forskning kan hjälpa med att lösa samhällets och mänsklighetens stora utmaningar. Som ett led i detta arbete identifierade Finlands Akademi styrelse i somras 2011 sex särskilda stora utmaningar: klimatet och miljön i nordliga områden; hållbar energi; interkulturell dialog; en hälsosam vardag för alla; lärande och kunnande i mediasamhället; samt en åldrande befolkning. I rapportens tredje kapitel undersöks till vilken grad akademifinansierade projekt har behandlat temana som rör dessa utmaningar. Kapitlet har utarbetats av professor Timo Aarrevaara tillsammans med forskarna Arto Aniluoto, Reetta Ruotsalainen och Paula Ranne från Nätverket för högskole- och innovationsforskning (HEINE) vid Helsingfors universitet.</p> <p>I det fjärde kapitlet presenteras rapportens slutsatser utgående från analyserna i de tre första kapitlen samt rekommendationer för att stärka den finländska forskningen och Finlands forskningssystem.</p> |       |                   |
| Nyckelord                      | utvärdering, vetenskap, vetenskapsgren, verksamhetsmiljö, forskning och utveckling, stora utmaningar  |       |                   |
| Seriens namn och nummer        | Finlands Akademi publikationer 6/12   |       |                   |
| ISSN                           | 0358-9153   |       |                   |
| ISBN                           | Tryck<br>978-951-715-834-3  | Pdf   | 978-951-715-835-0 |
| Sidantal                       | 94  |       |                   |
| Distribution                   | Finlands Akademi, PB 131, 00531 Helsingfors   |       |                   |
| Förlag                         | Finlands Akademi  |       |                   |
| Tryckeri/tryckningsort och -år | Kopio Niini Oy, 2012  |       |                   |
| Ytterligare information        | <a href="http://www.aka.fi/publikationer">www.aka.fi/publikationer</a> <a href="http://www.aka.fi/tieteentila2012">www.aka.fi/tieteentila2012</a>   |       |                   |

## DESCRIPTION

|                            |   |                          |                |
|----------------------------|---|--------------------------|----------------|
| Publisher                  | Academy of Finland  | Date                     | 8 October 2012 |
| Author(s)                  | Leena Treuhardt and Anu Nuutinen (eds)  |                          |                |
| Name of publication        | Tieteen tila 2012 (The State of Scientific Research in Finland 2012)  |                          |                |
| Abstract                   | <p>The Academy of Finland has reviewed the state of scientific research in Finland at three-year intervals since 1997. The 2012 review explores the Finnish research system, different disciplines and the research thematically in the fields of the grand challenges.</p> <p>Part I of the report studies the changes in the operating environment and reviews the state and position of the Finnish research system in international comparison. The themes cover degree education and researcher training as a basis for research, the economic and human resources of research activities, and the output and impact of research. The selected reference countries are Austria, Denmark, Finland, Ireland, the Netherlands, Norway, Sweden and Switzerland. The higher education and research systems in these countries are roughly of the same size and sufficiently similar in terms of their operations.</p> <p>Part II includes discipline-specific analyses by the Academy of Finland's Research Councils of the development of the operating environment and the framework conditions for research. The Research Councils also identify the areas of strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT) of research and make development proposals for the research fields within their remit. The Research Councils' reviews are based on the assessments of the state of different disciplines made by 42 discipline-specific task forces in autumn 2011. The task forces were attended by a total of 366 researchers.</p> <p>In recent years, several international actors have expressed their views of the role of research in solving the grand challenges facing society. As part of this work, the Academy's Board pinpointed six specific grand challenges in summer 2011: the Northern Climate and Environment; Sustainable Energy; Dialogue of Cultures, A Healthy Everyday for All; Knowledge and Know-how in the Media Society; and the Ageing Population. Part III provides a thematic overview of the extent to which Academy-funded projects have dealt with themes associated with these grand challenges. Part III has been written by Professor Timo Aarrevaara and researchers Arto Aniluoto, Reetta Ruotsalainen and Paula Ranne from the Network for Higher Education and Innovation Research (HEINE) at the University of Helsinki.</p> <p>Part IV of the report includes the conclusions of the state of scientific research in Finland based on the reviews presented in Parts I–III. In addition, Part IV presents development proposals for further strength-ening Finnish scientific research and the Finnish research system.</p> |                          |                |
| Keywords                   | review, scientific research, discipline, operating environment, R&D, grand challenges   |                          |                |
| Name and number of series  | Publications of the Academy of Finland 6/12   |                          |                |
| ISSN                       | 0358-9153   |                          |                |
| ISBN                       | Print<br>978-951-715-834-3  | PDF<br>978-951-715-835-0 |                |
| Number of pages            | 94  |                          |                |
| Distributed by             | Academy of Finland, POB 131, FI-00531 Helsinki, <a href="mailto:viestinta@aka.fi">viestinta@aka.fi</a>  |                          |                |
| Published by               | Academy of Finland  |                          |                |
| Place and date of printing | Kopio Niini Oy, 2012  |                          |                |
| Other information          | <a href="http://www.aka.fi/publications">www.aka.fi/publications</a> <a href="http://www.aka.fi/tieteentila2012">www.aka.fi/tieteentila2012</a> > English   |                          |                |





# ESIPUHE

Suomen Akatemia on arvioinut Suomen tieteen tilaa joka kolmas vuosi vuodesta 1997 lähtien. Tämänkertaisen arvioinnin tavoitteena on, että arvioinnin tulokset ovat entistä paremmin ja monipuolisemmin hyödynnettävissä kansallisessa tiedepoliittisessa päätöksenteossa sekä Akatemian, yliopistojen ja tutkimuslaitosten toiminnan kehittämisessä. Arvioinnissa on pyritty ottamaan huomioon Suomen Akatemian, opetus- ja kulttuuriministeriön sekä yliopistojen ja tutkimuslaitosten tarpeet tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän toimijoina ja kehittäjinä.

Suomen tieteen tila 2012 -arvioinnin ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut Suomen Akatemian pääjohtaja, professori Markku Mattila 12.4.2011–29.2.2012 ja professori Heikki Mannila 1.3.2012 alkaen. Ohjausryhmän varapuheenjohtajana on toiminut Akatemian hallituksen puheenjohtaja, professori Arto Mustajoki. Ohjausryhmän jäseninä ovat toimineet Suomen Akatemian tutkimuksesta vastaava ylijohtaja Riitta Mustonen, kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan puheenjohtaja, professori Aila Lauha, luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan puheenjohtaja, professori Erkki Oja, biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnan puheenjohtaja, professori Paavo Pelkonen, terveyden tutkimuksen toimikunnan puheenjohtaja, professori Tuula Tamminen, johtaja Leena Vestala (30.4.2011 asti) ja opetusneuvos Erja Heikkinen (1.5.2011 alkaen) opetus- ja

kulttuuriministeriöstä, rehtori Lauri Lajunen UNIFI ry:stä, pääjohtaja Petteri Taalas Ilmatieteen laitokselta sekä strategiajohtaja Leena Truthardt (arvioinnin pääsihteeri) Suomen Akatemiasta. Ohjausryhmän sihteerinä on toiminut johdon assistentti Heidi Varjus.

Arvioinnin sihteeristössä ovat toimineet pääsihteerin johdolla johtava tiedeasiantuntija Anu Nuutinen, tiedeasiantuntija Jarmo Laine, johtava tiedeasiantuntija Annamajja Lehvo, johtava asiantuntija Ari Mikkeli (virkamiesvaihto Tekesistä), tiedeasiantuntija Janne Kurtakko sekä yliopistoharjoittelijat Rita Koskinen, Aino Alatalo ja Erkka Koski johdon tuki -yksiköstä, erikoistutkija Timo Kolu biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen yksiköstä, johtava tiedeasiantuntija Hannele Kurki / tiedeasiantuntija Kaisa Vaahtera kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen yksiköstä, tiedeasiantuntija Samuli Hemming luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen yksiköstä, informaattikko Maija Miettinen viestintäyksiköstä sekä EU-asiain päällikkö Heikki Holopainen / johtava tiedeasiantuntija Eeva Ikonen kansainvälisten suhteiden yksiköstä.

Arvioinnin toteuttamisessa keskeisessä asemassa olivat 42 tieteenalakohtaisen paneelin osallistujat, 366 tutkijaa eri tieteenaloilta. Heidän mittava ja arvokas työnsä mahdollisti laajan ja yksityiskohtaisen Suomen tieteenalojen tilan tarkastelun.

Raportin kolmannen luvun ovat laatineet professori Timo Aarrevaara ja tutkijat Arto Aniluoto, Paula Ranne ja Reetta Ruotsalainen Helsingin yliopiston korkeakoulu- ja innovaatiotutkimuksen verkostosta (HEINE).

Kiitän arvioinnin tekijöitä heidän mittavasta ja vaativasta työpanoksestaan. Toivon, että arviointi palvelee suomalaisen tieteen hyväksi tehtävää työtä.

Ohjausryhmä on hyväksynyt arviointiraportin kokouksessaan 29.8.2012.

Pääjohtaja *Heikki Mannila*

# JOHDANTO

Tämän arviointiraportin ensimmäisessä luvussa tarkastellaan *toimintaympäristön muutosten ohella tutkimusjärjestelmän tilaa ja asemoitumista kansainvälisesti*. Tieteentekijöihin sekä tieteen rahoittajaorganisaatioihin kohdistuu lisääntyvästi odotuksia tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden osoittamiseksi. Tutkimustoiminnan edellytysten kehittämiseksi ja tutkimuksen vaikuttavuuden ja laadun parantamiseksi on asetettu kansallisia ja kansainvälisen tason koulutus- ja tiedepoliittisia tavoitteita. Tutkimuksen toimintaympäristö muuttuu osin näihin tavoitteisiin pyrkimisen seurauksena, esimerkkinä tohtorikoulutuksen kehittäminen ja EU:n tutkimuksen puiteohjelmat. Tutkimuksen toimintaympäristöön kuuluu myös sellaisia tekijöitä tai ilmiöitä, jotka eivät liity suoraan tutkimuksen tekemiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi ilmastonmuutos, globalisaatio ja terveydenhuolto. Luvussa tarkastellaan kansainvälisiä ja kansallisia tilastoaineistoja sekä Tekesin, Suomen Akatemian, Tilastokeskuksen ja Tutkimus- ja innovaationeuvoston yhteistyönä toteuttamaa tutkimus- ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuus -hanketta (VINDI)<sup>1</sup> hyödyntäen perustutkinto- ja tutkijankoulutusta tutkimustoiminnan perustana, tutkimus- ja kehittämistoiminnan taloudellisia ja inhimillisiä voimavaroja sekä tutkimustoiminnan tuloksellisuutta ja vaikuttavuutta.

Vertailumaiksi on valittu Alankomaat, Irlanti, Itävalta, Norja, Ruotsi, Sveitsi ja Tanska. Näissä maissa korkeakoulu- ja

tutkimusjärjestelmät ovat Suomeen verrattuna suhteellisen samankokoisia ja toiminnaltaan riittävän samankaltaisia, jotta vertailu ylipäätään on mahdollista.

Kansainvälinen vertailu t&k-tilastojen avulla ei ole ongelmatonta. Toisaalta tilastointitavat kehittyvät ja muuttuvat, toisaalta monet tilastot perustuvat kyselyihin, joiden avulla koottuihin tietoihin voi sisältyä epätarkkuuksia. Tieteen tila 2012 -arvioinnissa tilastoaineisto on nähty epätarkkuuksineenkin välttämättömäksi apuvälineeksi. Aineistona on hyödynnetty pääasiassa OECD:n ja Eurostatin tilastoja, joiden laadinnassa noudatetaan asiantuntijaryhmissä laadittuja, tarkoin määriteltyjä periaatteita, joita myös kansallisten tilastoviranomaisten tulee noudattaa.

Raportin toisessa luvussa Suomen Akatemian tieteelliset toimikunnat analysoivat *tieteenalaryhmittäin tutkimuksen toimintaympäristön ja tutkimusedellytysten kehitystä sekä tutkimuksen vahvuuksia, heikkouksia sekä lähitulevaisuuden mahdollisuuksia ja uhkia (SWOT-analyysi) sekä esittävät edustamia aloja koskevia kehittämisohdotuksia*. Tieteellisten toimikuntien arvioinnit pohjautuvat tieteenalojen<sup>2</sup> tilan arviointiin syksyllä 2011 järjestetyssä 42 tieteenalakohtaisessa arviointityöpajassa, joihin osallistui yhteensä 366 tutkijaa. Arviointityöpajat tuottivat analyysin kunkin tieteenalan vahvuuksista, heikkouksista sekä lähitulevaisuuden mahdollisuuksista ja uhkista. Ekologian ja evoluutiobiologian,

<sup>1</sup> Ks. Luoma Päivi, Raivio Tuomas, Tommila Paula, Lunabba Johan, Halme Kimmo, Viljamaa Kimmo ja Lahtinen Henri 2011. Better results, more value: a framework for analysing the societal impact of Research and Innovation. Tekes Review 288/2011.

<sup>2</sup> Tieteenalat perustuvat pääosin Tilastokeskuksen ja opetus- ja kulttuuriministeriön kansalliseen tieteenalaluokitukseen vuodelta 2010.

kasvibiologian, kemian sekä liikuntatieteen tarkastelut perustuvat Suomen Akatemian vuosina 2011–2012 julkistamiin kansainvälisiin tieteenala-arviointeihin. Tieteenala-kohtaiset tulokset on julkaistu Tieteen tila 2012 -verkkosivustolla [www.aka.fi/tieteen-tila2012](http://www.aka.fi/tieteen-tila2012). Sivusto sisältää myös tieteenala-kohtaisia tilastotietoja.

Monet kansainväliset toimijat ovat viime vuosina esittäneet näkemyksiään tutkimuksen osuudesta suurten haasteiden ratkaisemisessa. Osana tähän liittyviä toimia Suomen Akatemian hallitus nimesi kesällä 2011 kuusi suurta ihmiskunnan ja yhteiskunnan haastetta, joihin Akatemia kohdis-

taa lähivuosina tutkimuspoliittista huomiota ja toimenpiteitä. Haasteet ovat pohjoinen ilmasto ja ympäristö, kestävä energia, kulttuurien vuoropuhelu, terve arki kaikille, oppiminen ja osaaminen mediayhteiskunnassa sekä väestön ja yksilön ikääntyminen. Raportin kolmas luku sisältää *tarkastelun siitä, miten paljon Suomen Akatemian rahoittamissa hankkeissa on käsitelty suuriin haasteisiin kuuluvia teemoja.*

Neljäs luku sisältää *johtopäätökset Suomen tieteen tilasta edellisten lukujen tarkastelun pohjalta ja kehittämisehdotuksia Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän vahvistamiseksi.*

# 1 SUOMEN TUTKIMUSJÄRJESTELMÄ KANSAINVÄLISESSÄ VERTAILUSSA

## 1.1 Suomalainen tutkimus muuttuvassa toimintaympäristössä

### Kansainvälisiä kehitystrendejä

Tieteessä ja tiedepolitiikassa on viimeksi kuluneiden vuosien aikana tapahtunut monia muutoksia: ihmiskunnan suuret haasteet ovat entistä enemmän esillä pohdittaessa tutkimuksen suuntaamista, monitieteisyyden ja tieteidenvälisyyden asema on korostunut entisestään, avoimen tieteen eri muodot ovat tulleet voimakkaasti esille, epävarma taloustilanne on merkinnyt monissa maissa tutkimusrahoituksen vähenemistä ja uusia maita on nousemassa merkittävien tiedemaiden joukkoon. Kaikki nämä muutokset vaikuttavat tieteen rahoituksessa tehtäviin valintoihin.

Ilmastonmuutokseen, muihin ympäristö- ja energiakysymyksiin, terveyteen ja hyvinvointiin sekä kulttuurien vuoropuheluun liittyy laajoja ongelmia, joiden ratkaisemisessa tarvitaan eri tahojen yhteisiä ponnistuksia. Uutta luova tiede on näiden kysymysten tarkastelussa avainasemassa. Myös tiedepolitiikkaan on tullut uusi tapa määritellä prioriteetteja. Aikaisempien tieteenalakohtaisten painalojen lisäksi ovat käyttöön tulleet sisällöllisistä tavoitteista lähtevät painotukset.

Tärkeistä laajoista tutkimuskysymyksistä lähtevä tavoiteasetanta korostaa tieteidenvälisen ja monitieteisen tutkimuksen välttämättömyyttä. Tieteidenvälisyys ei sinänsä ole mikään uusi lähestymistapa. Tieteenalarajojen madaltuminen ja uudenlaiset tutkimukselliset lähestymistavat edellyttävät rohkeutta ja innovatiivisuutta niin tutkijoilta kuin tiederahojiltakin.

Euroopan unionin piirissä on parina viime vuonna korostettu tieteen avoimuuden välttämättömyyttä. Tämä melko väljä vaatimus pitää sisällään tutkimusdatan ja julkaisujen vapaan saatavuuden sekä kansalaistieteen mahdollisuuksien hyödyntämisen. Avoimuuden lisäämisen uskotaan nopeuttavan tieteen kehitystä. Perusteltujen avoimuusvaatimusten edessä on vielä monia taloudellisia ja asenteellisia esteitä. Suomessa asiaan on tartuttu hallitusohjelmaa myöten, mutta uudenlaisen avoimuusajattelun sisäistäminen vie aikansa.

Yhdysvaltoja on totuttu pitämään ylivoimaisena tutkimuksen ykkösmaana maailmassa. Sen asema on toki jatkossakin merkittävä, mutta olemme todistamassa tutkimuksen maailmankartan voimasuhteiden nopeaa muutosta. Ennusteiden mukaan Kiina ajaa Yhdysvaltojen ohi läntisiin tietokantoihin rekisteröityjen julkaisujen määrässä jo vuonna 2014. Tutkimuksen globaali kenttä moninapaistuu. Euroopan unioni, Yhdysvallat ja Pohjoismaat ovat jatkossakin Suomelle tärkeitä yhteistyökumppaneita, mutta samaan aikaan Kiinan ja muiden BRIC-maiden (Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina) rooli korostuu. Kun mahdollisuudet yhteistyöhön laajentuvat, tarvitaan entistä tietoisempia valintoja siitä, mitkä tahot ovat parhaita kumppaneita milläkin alalla.

Eurooppalaisessa tutkimusympäristössä merkittävä avaus on ollut Euroopan tutkimusneuvoston (ERC) perustaminen. Sen tiukasti hakemusten laatuun perustuva rahanjako on herättänyt laajaa luottamusta niin tutkijoissa kuin poliitikoissakin. Jo nyt on selvää, että ERC vahvistaa merkittävästi eurooppalaisen huippututkimuksen mahdollisuuksia globaalissa kilpailussa. Samalla

se on osoitus toisilleen vastakkaisten tavoitteiden yhtäaikaisesta asettamisesta. Toisaalta tarvitaan temaattis pohjaista tutkimusrahoitusta, toisaalta pitää antaa tilaa tutkijalähtöiselle perustutkimukselle, joka kattaa kaikkien tieteenalojen tutkimuksen kunhan se vain täyttää korkeat kansainväliset laatuvaatimukset. Tutkimuspolitiikassa on paljolti kyse juuri näiden kahden periaatteen tasapainosta.

Eurooppalaisen tutkimusalueen ERAn kehityksen hidasteiden ja esteiden poistaminen on myös nähty välttämättömänä Euroopan kasvulle.

Eräitä nousevia talouksia lukuun ottamatta taloudellinen tilanne on kiristynyt kaikkialla maailmassa. Joissakin eurokriisin maissa (esimerkiksi Portugali ja Espanja) valtion menojen massiiviset leikkaukset ovat kohdistuneet voimakkaana myös tutkimusrahoitukseen. On kuitenkin myös maita, joissa talouden tiukkuudesta huolimatta on haluttu erityisesti panostaa tutkimukseen. Näin on tehty muun muassa Ruotsissa. Suomessa valtiontalouden leikkaukset on nykyisessä tilanteessa kohdistettu myös yliopistoihin ja tiederahojittajiin.

### **Suomen tiedejärjestelmän muutoksia**

Valtion tutkimusrahoituksesta kohdistui vuonna 2012 yliopistoille 29 prosenttia (583,3 miljoonaa euroa)<sup>3</sup>. Tekesin osuus oli noin 28 prosenttia (552,4 miljoonaa euroa), Suomen Akatemian 16 prosenttia (320,7 miljoonaa euroa) ja valtion tutkimuslaitosten 15 prosenttia (306,3 miljoonaa euroa). Yliopis-

tollisille sairaaloille osoitettiin alle kaksi prosenttia (36 miljoonaa euroa) valtion tutkimusrahoituksesta. Yliopistojen ja Akatemian osuudet ovat kasvaneet muutaman prosenttiyksikön 2000-luvulla, Tekesin, valtion tutkimuslaitosten ja yliopistollisten sairaaloiden osuudet ovat puolestaan pienentyneet.<sup>4</sup>

Suomalaisen tutkimusjärjestelmän merkittävin viime vuosien muutos on vuoden 2010 alusta toteutettu yliopistouudistus. Valtion tilivirastoina toimivista yliopistoista muodostettiin itsenäisiä julkisoikeudellisia laitoksia tai säätiölain mukaisia säätiöitä, ja ne saivat entistä autonomisemman aseman. Pääosa yliopistojen rahoituksesta on edelleen opetus- ja kulttuuriministeriöstä jaettavaa valtion budjettirahoitusta. Autonomian lisääntyminen mahdollistaa yliopistoille muun muassa aikaisempaa aktiivisemmän rekrytointipolitiikan. Samalla yliopistojen hallitusten ja rehtorien asema vahvistui. Yliopistouudistuksen yhteydessä yliopistojen määrä väheni, kun Teknillinen korkeakoulu, Helsingin kauppakorkeakoulu ja Taideteollinen korkeakoulu muodostivat Aalto-yliopiston, Kuopion ja Joensuun yliopistot Itä-Suomen yliopiston sekä Turun yliopisto ja Turun kauppakorkeakoulu uuden Turun yliopiston.<sup>5</sup> Yliopistolain seurauksena ja osin jo sen valmisteluvaiheessa suuri osa yliopistoista toteutti organisaatiouudistuksia, jotka pääasiallisesti kasvattivat yliopistojen sisäisten hallinnollisten yksiköiden kokoa.

Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaiseman yliopistolain vaikutuksia arvioivan

<sup>3</sup> Laskennallinen tieto perustuu Tilastokeskuksen tiedonkeruuseen, mm. kyselyihin valtion keskusvirastoille, ministeriöille ja niiden alaisille tutkimuslaitoksille. Julkisen rahoituksen lisäksi yliopistot rahoittavat tutkimustaan kansainvälisistä lähteistä hankkimallaan rahoituksella, yritysrahoituksella tai muista kotimaisista rahoituslähteistä saamallaan rahoituksella.

<sup>4</sup> Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Tutkimus- ja kehittämisrahoitus valtion talousarviossa 2012 [verkkojulkaisu]. Tiede, teknologia ja tietoyhteiskunta 2012. Helsinki. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tkker/2012/tkker\\_2012\\_2012-02-24\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tkker/2012/tkker_2012_2012-02-24_tie_001_fi.html), elokuu 2012.

<sup>5</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriö 2011. Korkeakoulut 2011 – yliopistot ja ammattikorkeakoulut. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2011:10.

selvityksen<sup>6</sup> mukaan lakimuutoksen vaikutukset ovat kohdentuneet ensisijaisesti yliopistojen strategiseen ohjaukseen ja johtamiseen. Myös talousjohtamista on vahvistettu ja sidosryhmäyhteistyötä kehitetty. Näin lyhyellä aikavälillä on ennen aikaista arvioida uuden yliopistolain vaikutuksia tutkimus- ja opetustoiminnan laatuun ja vaikuttavuuteen. Voidaan kuitenkin todeta, että Suomen yliopistojen toimintayksiköt ovat edelleenkin varsin pieniä niin kansainvälisesti kilpailukykyisen tutkimuksen kuin korkeatasoisen opetuksenkin näkökulmasta. Työnjako ja niiltä edellytetty profiloituminen on vasta muotoutumassa.

Yliopistojen valtion budjetista tulevan rahoituksen jakoperusteita uudistetaan vuodesta 2013 alkaen uuden rahoitusmallin avulla. Uusi malli tuo rahoitukseen mukaan kriteerejä, jotka mittaavat eri tavoin tutkimuksen ja opetuksen laatua ja vaikuttavuutta. Samoin kansainvälisyys on aikaisempaa vahvemmin mukana rahoituskriteereissä.<sup>7</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriön ja yliopistojen ohjaussuhteelle on luotu uudenlaiset rakenteet yliopistolain ja uuden rahoitusmallin myötä.

Laki Suomen Akatemiasta uudistettiin samanaikaisesti yliopistolain kanssa. Akatemialain keskeisimpiä muutoksia olivat Akatemian hallituksen kokoonpanon muuttaminen sekä Akatemiaan virkasuhteessa olleiden akatemiaprofessoreiden ja akatemiattutkijoiden aseman muuttaminen siten, että heillä on nyt työsuhte tutkimuksen suorituspaikkaan. Lakiuudistus ei näytä muuttaneen akatemiaprofessoreiden ja akatemiattutkijoiden tieteen tekemisen edellytyksiä.

Huomattava muutos on tapahtunut tohtorikoulutuksen rahoituksessa. Aikaisem-

massa järjestelmässä tohtorikoulut saivat rahoituksen opetus- ja kulttuuriministeriöltä Suomen Akatemian tekemän arvioinnin ja esityksen pohjalta. Uudessa systeemissä ylhäältä johdettu järjestelmä on purettu ja vastuu on siirretty selvemmin yliopistoille itselleen. Useimmat yliopistot ovatkin jo rakentaneet omat tutkijakoulunsa, joiden puitteissa jatkokoulutusta pyritään järkevöittämään ja systematisoimaan. 1990-luvun puolivälissä nopealla aikataululla pystytetty tutkijakoulujärjestelmä nosti suomalaisen jatkokoulutuksen tasoa huomattavasti. Nyt on otettu seuraava askel sen kehittämisessä. Sen tulokset on nähtävissä muutaman vuoden kuluttua.

Vuoden 2009 alussa Suomen Akatemia ja yliopistot alkoivat soveltaa yhteisrahoitteissa hankkeissa kokonaiskustannusmallia. Tämän välittömänä seurauksena Akatemian yksittäisten rahoituspäätösten koko kasvoi samalla, kun rahoitettavien hankkeiden lukumäärä laski selvästi. Kokonaiskustannusmalli on herättänyt tutkijakunnassa paljon kritiikkiä. Järjestelmän sisäänajoon liittyviä pahimpia ongelmakohtia on pystytty jo korjaamaan, mutta edelleenkin on tärkeää seurata ja pohtia sitä, palveleeko järjestelmä Suomen tieteen kehittymistä.

Ajanmukaiset tutkimusinfrastruktuurit luovat korkeatasoisen tutkimuksen perusedellytyksen. Opetus- ja kulttuuriministeriön päätöksellä vuonna 2011 kansallisen tutkimusinfrastruktuuripolitiikan hallinnointi annettiin Suomen Akatemian hoitoon. Akatemia asetti päätöksen mukaisesti laajapohjaisen kansallisen tutkimusinfrastruktuurien asiantuntijaryhmän, jonka tehtävinä on muun muassa kansallisten tutkimusinfrastruktuurien tiekartan päivitys ja

<sup>6</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriö 2012. Yliopistolakiuudistuksen vaikutusten arviointi. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2012:21.

<sup>7</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriö 2011. Laadukas, kansainvälinen, profiloitunut ja vaikuttava yliopisto – ehdotus yliopistojen rahoitusmalliksi vuodesta 2013 alkaen. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2011:26.



eurooppalaiseen tutkimusinfrastruktuuri-työhön liittyvän kansallisen valmistelun koordinoiti. Valtion budjetista on vuodesta 2012 alkaen osoitettu suoraa rahoitusta tutkimusinfrastruktuurin kehittämiseen.

Suomen tiedejärjestelmän kehitystä seurataan säännöllisin väliajoin toteutettavilla kansainvälisillä arvioinneilla. Tekesin toiminnan kansainvälinen arviointi julkistettiin kesäkuussa 2012. Suomen Akatemian toiminnan kansainvälinen arviointi valmistuu vuonna 2013. Arvioinnin on määrä tuottaa laaja-alainen näkemys siitä, miten Akademia on selviytynyt tehtävistään ja miten toimintaa on kehitettävä muuttuvassa toimintaympäristössä.

Valtion tutkimuslaitoksilla on tärkeä rooli Suomen tutkimusjärjestelmässä. Viranomaistehtävien lisäksi tutkimuslaitosten tehtäviin kuuluu monipuolinen tutkimustoiminta. Tutkimus- ja innovaationeuvoston aloitteesta opetus- ja kulttuuriministeriön asettama valtion tutkimuslaitoskentän kokonaisuudistusta pohtinut asiantuntijaryhmä esitti syyskuussa 2012, että tutkimusvoimavaroja kootaan päätöksenteon tueksi ja tutkimusperusteiseksi yhteiskunnan merkittävien haasteiden ratkaisemiseksi. Ryhmä myös esitti tutkimuslaitoksista koottavaksi toiminnallisesti ja rakenteellisesti vahvempia, tieteidenvälisyyttä ja monitieteisyyttä vahvistavia laitoksia. Ryhmän näkemyksen mukaan yliopistoista ja tutkimuslaitoksista tulisi muodostaa tutkimuksen, innovaatioiden ja korkeimman opetuksen keskittymiä ja keskeisiä toimijoita yhteiskuntaa tukevassa tutkimuksessa.

Tiede- ja innovaatiopolitiikan luomisessa ja kehittämisessä Tutkimus- ja innovaationeuvostolla (TIN) on keskeinen rooli. Viime vuosina jännitteet tutkimus- ja innovaatio-

politiikan välillä ovat vähentyneet. Tutkimuksen keskeinen rooli innovaatioiden taustalla on yleisesti tunnustettu, samoin kuin se, että kansainvälisen tason tutkimus, laadukas opetus ja innovaatiotoiminta eivät kilpaile keskenään, vaan päinvastoin tukevat onnistuessaan toisiaan. Strategiset huippuosaamisen keskittymät (SHOKit) ovat uudehko instrumentti, joka osaltaan pyrkii kansainvälisesti kilpailukykyisten tieteen ja teknologian osaamiskeskittymien ja huippuyksiköiden synnyttämiseen ja vahvistamiseen. SHOK-toiminnassa keskeistä on tieteellisen tutkimuksen ja innovaatiotoiminnan näkeminen entistä enemmän toisiaan tukevana kansallisina voimavaroina ja hyvinvoinnin edellytystekijöinä. SHOK-toiminta arvioidaan vuoden 2012 loppuun mennessä.

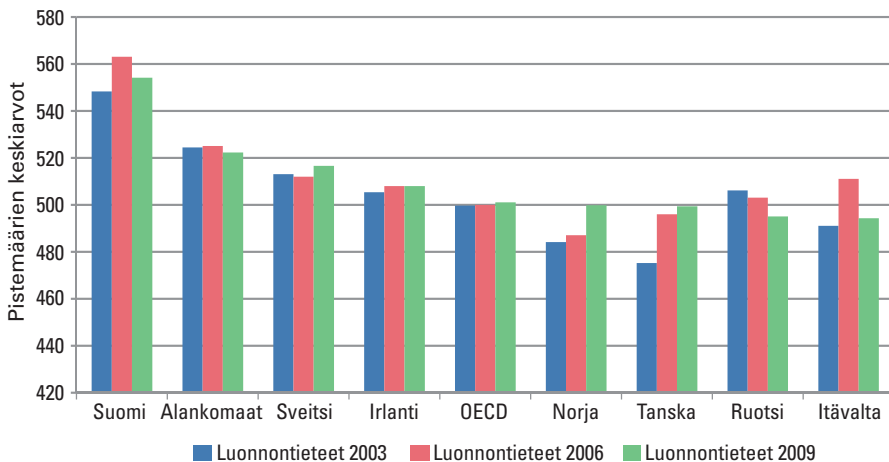
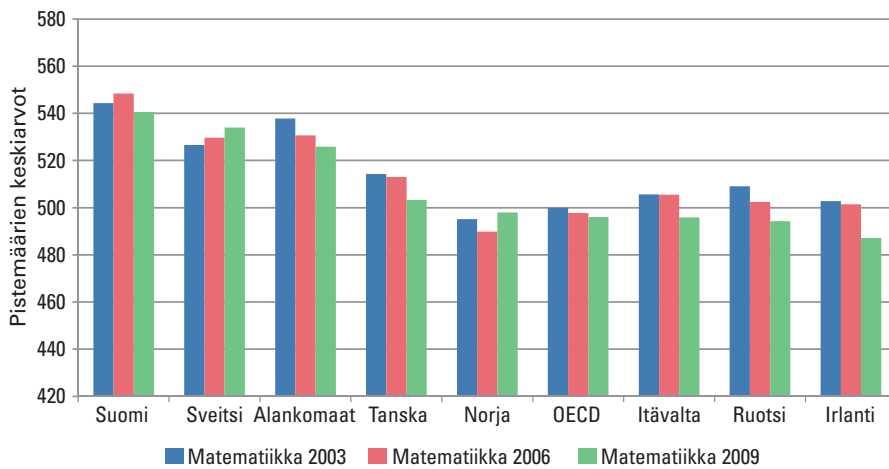
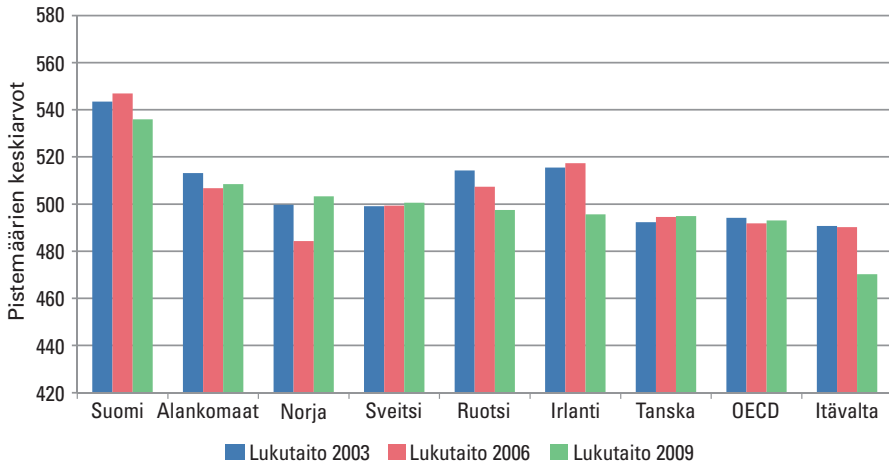
## 1.2 Koulutuksen laajuus ja taso

### **Yleissivistävä ja perustutkintokoulutus**

Korkeatasoisella yleissivistävällä ja perustutkintokoulutuksella on merkittävä rooli kansakunnan osaamisen ylläpitämisessä ja kehittämisessä. Se on keskeinen edellytys myös laadukkaalle tieteelliselle jatkokoulutukselle ja tieteen kehitykselle. Suomalaista yhteiskuntaa ei voida rakentaa osaamisen tuonnin varaan.

Peruskoululaisten oppimistuloksia ja peruskoulun laatua mitataan kansainvälisellä PISA-tutkimuksella. Vuosien 2003, 2006 ja 2009 PISA-tulosten mukaan 15-vuotiaat suomalaisten koulujen oppilaat sijoittuivat lukutaidossa, matematiikassa sekä luonnon-tieteisiin liittyvissä tiedoissa ja osaamisessa selkeästi kahdeksan vertailumaan (Alankomaat, Irlanti, Itävalta, Norja, Ruotsi, Suomi, Sveitsi, Tanska<sup>8</sup>) kärkeen (kuva 1). Suomalaisnuorten lukutaitotulokset ovat kuitenkin

<sup>8</sup> Näissä maissa korkeakoulu- ja tutkimusjärjestelmät ovat Suomeen verrattuna suhteellisen samankokoisia ja toiminnaltaan riittävän samankaltaisia.



Kuva 1. PISA-menestys (pistemäärien keskiarvot kyseisellä mittarilla) lukutaidossa, matematiikassa ja luonnontieteissä 2003, 2006 ja 2009.

Lähde: OECD, vuodet 2003 ja 2006 PISA Country Profiles database, vuosi 2009 PISA 2009 database.

Huomautukset: Maat on esitetty kunkin mittarin vuoden 2009 tulosten mukaisessa järjestyksessä.

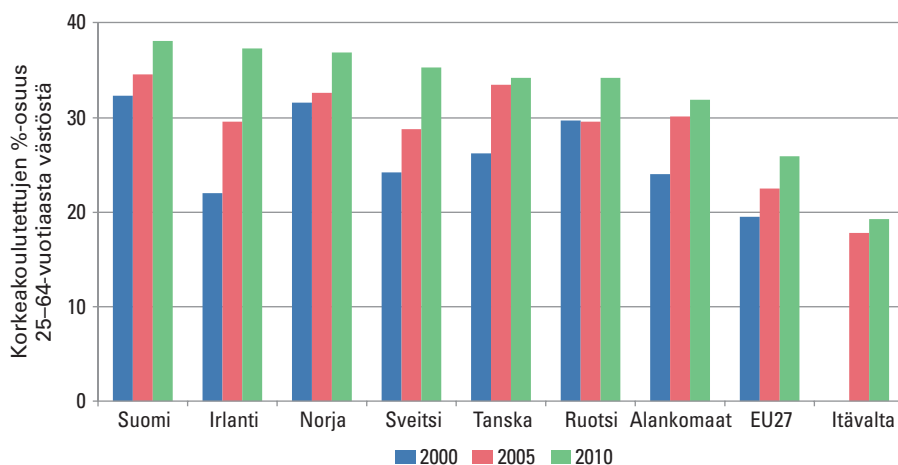
kin jonkin verran heikentyneet 2000-luvulla. Heikkojen lukijoiden osuus on jonkin verran kasvanut ja erinomaisten lukijoiden osuus vähentynyt. Myös koulujen välinen vaihtelu oppimistuloksissa on lisääntynyt.<sup>9</sup> Sama laskeva trendi lukutaidossa on havaittavissa myös Alankomaissa, Ruotsissa, Irlannissa ja Itävallassa. Vuoden 2009 PISA-tutkimuksessa Suomen jälkeen lukutaidossa menestyivät vertailumaista parhaiten Alankomaat ja Norja. Matematiikassa ja luonnontieteissä parhaiten menestyviä maita olivat Suomi, Sveitsi ja Alankomaat.

Suomessa yliopisto-opiskelijoiden kokonaismäärä on kasvanut viime vuosikymmeninä voimakkaasti. Kun yliopisto-opiskelijoita oli 1950–1960-lukujen vaihteessa noin 20 000, oli määrä vuosituhannen vaihteessa jo noin 160 000.<sup>10</sup> Opiskelijamäärä kasvoi edelleen vuoteen 2006 saakka yli 176 000

opiskelijaan, jonka jälkeen määrä on hieman pienentynyt.<sup>11</sup>

Vuosina 2000–2010 korkeakoulutettujen osuus 25–64-vuotiaista on ollut Suomessa vertailumaista suurin (kuva 2). Vuonna 2010 Suomessa korkeakoulutettujen osuus oli 38 prosenttia, Irlannissa 37 prosenttia ja Norjassa 37 prosenttia. Irlannissa ja Sveitsissä koulutustaso on noussut vertailumaista entisen. Vuodesta 2000 vuoteen 2010 muutos oli Irlannissa peräti 15 prosenttiyksikköä ja Sveitsissä 11 prosenttiyksikköä. Näin suurten muutosten taustalla saattavat olla muutokset tilastointikäytännöissä.

EU:n tavoitteena on, että vuonna 2020 vähintään 40 prosentilla 30–34-vuotiaista on korkea-asteen koulutus. Suomen osalta vastaavaksi kansalliseksi tavoitteeksi on kirjattu 42 prosenttia.<sup>12</sup> Eurostatin tilastojen mu-



Kuva 2. Korkeakoulutettujen osuus (%) 25–64-vuotiaasta väestöstä 2000, 2005 ja 2010.

Lähde: EUROSTAT Statistical database, Education, toukokuu 2012.

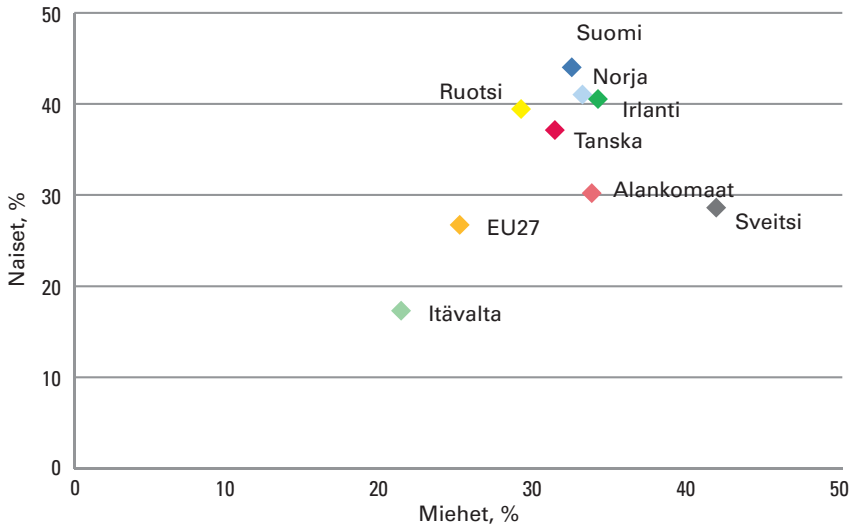
Huomautukset: Maat on esitetty vuoden 2010 korkeakoulutettujen (tertiary education) prosentiosuuden mukaisessa järjestyksessä. Itävallan vuoden 2000 tieto puuttuu.

<sup>9</sup> Sulkunen Sari ja Välijärvi Jouni (toim.) 2012. PISA09. Kestääkö osaamisen pohja? Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2012:12.

<sup>10</sup> Pekkala Sari, Intonen Nina ja Järviö Maija-Liisa 2005. Suomen koulutusmenojen kehitys 1900-luvulla ja tulevaisuudessa. VATT-keskustelualoitteita 365.

<sup>11</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriön KOTA-tietokanta.

<sup>12</sup> European Commission 2011. Europe 2020 targets. [http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_en.pdf).



Kuva 3. Korkeakoulutettujen naisten ja miesten osuudet (%) 25–64-vuotiaasta väestöstä 2010.

Lähde: EUROSTAT Statistical database, Education, toukokuu 2012.

kaan tavoite saavutettiin jo vuonna 2003. Vuonna 2011 Suomessa oli korkeakoulututkinto jo 46 prosentilla 30–34-vuotiaista.<sup>13</sup>

Suomessa korkeakoulutettujen naisten osuus 25–64-vuotiaasta väestöstä oli 44 prosenttia, mikä oli vertailumaiden suurin osuus vuonna 2010 (kuva 3). Miesten vastaava osuus oli 32 prosenttia. Korkeakoulutettujen naisten osuus väestöstä oli toiseksi suurin Norjassa ja Irlannissa (molemmissa 41 %). Vertailumaista Sveitsissä (42 %), Alankomaissa (34 %) ja Itävallassa (21 %) miesten osuus oli naisten osuutta suurempi.

### Tohtorikoulutus

Vuonna 2009 Suomessa suoritettiin 308 tohtorintutkintoa miljoonaa asukasta kohden (taulukko 1). Vertailumaista Suomi sijoittuu Sveitsin jälkeen toiseksi ja

Ruotsi kolmanneksi. Tohtorintutkintojen lukumäärän kehityksessä Irlannissa (61 %), Tanskassa (44 %) ja Norjassa (36 %) muutos on ollut merkittävien. Irlannissa jatko-opiskelijoille suunnattua rahoitusta on lisätty tohtoreiden määrän kasvattamiseksi. Tanskassa ja Norjassa tohtorikoulutettujen määrän voimakasta suhteellista kasvua selittää osaltaan nuorten tutkijoiden hyvä palkkaustaso, minkä ansiosta maat ovat saaneet houkuttelluksi ulkomaisia jatko-opiskelijoita. Norjassa haasteena on kuitenkin tämän kansainvälisen tutkijapotentialin pitäminen pitkällä aikavälillä.<sup>14</sup>

Vuosina 2000–2010 tohtorintutkinnon suorittaneiden mediaani-ikä on vaihdellut kaikissa Pohjoismaissa 33 ja 36 vuoden välillä. Tanskassa väitellään keskimäärin hieman nuorempana kuin muissa Pohjoismaissa.<sup>15</sup>

<sup>13</sup> EUROSTAT Statistical database, Education, elokuu 2012.

<sup>14</sup> Viljamaa Kimmo, Lehenkari Janne, Lemola Tarmo ja Tuominen Terhi 2010. Tutkimuspolitiikan välineet ja käytännöt – Viiden maan vertailu. Suomen Akatemian julkaisuja 2/10.

<sup>15</sup> NIFU (Nordic Institute for Studies in Innovation, Research and Education) R&D Statistics Bank / NORBAL, kesäkuu 2012.

**Taulukko 1. Tohtorintutkintojen lukumäärä miljoonaa asukasta kohden ja naisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus (%) 2004 ja 2009.**

| Vertailumaat | Tohtorintutkintojen lkm./milj. asukasta | Naisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus, % | Tohtorintutkintojen lkm./milj. asukasta | Naisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus, % | Muutos-%, tohtorintutkintojen lkm./milj. asukasta |
|--------------|---|---|---|---|---|
|              | 2004                                    | 2004  | 2009                                    | 2009  | 2004–2009   |
| Sveitsi      | 375                                     | 38  | 442                                     | 42  | 18  |
| Suomi        | 268                                     | 45  | 308                                     | 52  | 15  |
| Ruotsi       | 306                                     | 45  | 304                                     | 50  | -1  |
| Itävalta     | 299                                     | 40  | 273                                     | 43  | -9  |
| Irlanti      | 169                                     | 46  | 272                                     | 46  | 61  |
| Norja        | 165                                     | 40  | 224                                     | 46  | 36  |
| Tanska       | 146                                     | 36  | 211                                     | 43  | 44  |
| Alankomaat   | 165                                     | 39  | 200                                     | 42  | 21  |

Lähde: EUROSTAT Statistical database, Science and technology, toukokuu 2012. Asukasmäärätietojen lähde OECD Statistical database, Country statistical profiles, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Maat on esitetty vuoden 2009 miljoonaa asukasta kohden lasketun tohtorintutkintojen määrän mukaisessa järjestyksessä. Tiedot ovat saatavilla vasta vuodesta 2004 alkaen.

Suomessa tohtorit työllistyvät paremmin kuin koulutustasoltaan ylemmän korkeakoulututkinnon suorittaneet henkilöt, vaikka tohtoreiden työttömyysaste on kasvanut 2000-luvulla (kuva 4). Tohtorikoulu-  
tutusta työvoimasta oli työttömänä 2,6 prosenttia vuonna 2009. Vastaavasti maistereiden työttömyysaste oli 4,7 prosenttia. Parhaiten työllistyvät lääke- ja terveystieteiden alojen tohtorit, joista työttömänä oli alle prosentti.<sup>16</sup>

Tohtorit sijoittuvat pääasiassa yliopistoihin (37 % kaikista työllisistä tohtoreista vuonna 2009, kuva 5). Toiseksi eniten tohtoreita työskentelee terveys- ja sosiaalipalvelujen toimialalla (15 %). Vastavalmistuneiden tohtoreiden sijoittuminen ei suuresti eroa kaikkien tohtoreiden sijoittumisesta eri toimialoille.

Suomen yliopistoissa suoritettua 1518 tohtorintutkinnosta 202 (13 %) oli muiden kuin Suomen kansalaisten suorittamia vuonna 2010 (taulukko 2). Tanskassa ja Norjassa tohtorintutkinnoista lähes kolmannes oli ulkomaalaisten suorittamia. Myös Ruotsissa ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus (18 %) oli suurempi kuin Suomessa.

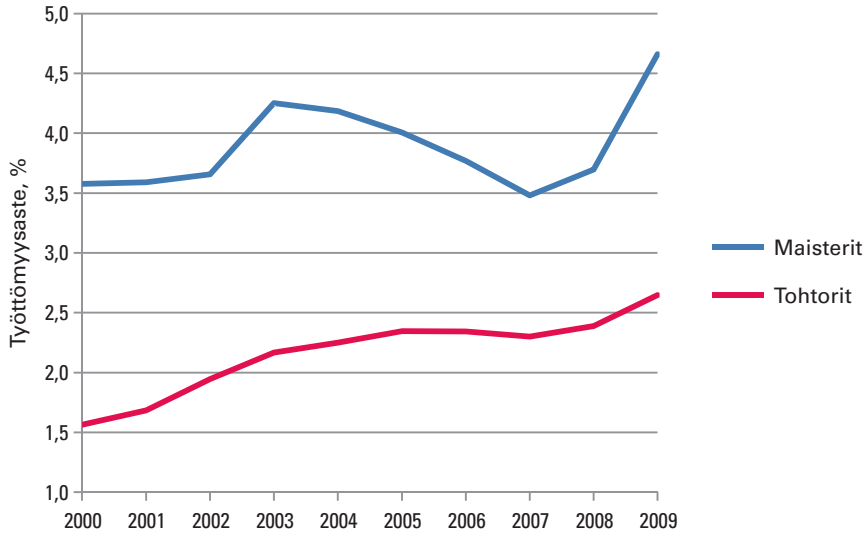
Eniten tohtorintutkintoja ovat vuosina 2000–2010 suorittaneet Suomessa ulkomalaiset, jotka tulevat kansalaisuuden perusteella Euroopasta (kuva 6). Aasian merkitys on jonkin verran kasvanut 2000-luvulla.

Ulkomaalaisten työllisten tohtoreiden määrä on 2000-luvulla kasvanut suhteessa enemmän kuin työllisten suomalaisten tohtoreiden määrä (kuva 7). Ulkomaalaisten

<sup>16</sup> Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Tieteen ja teknologian henkilövoimavarat 2010 [verkkojulkaisu]. Tiede, teknologia ja tietoyhteiskunta 2012. Helsinki. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tthv/2010/tthv\\_2010\\_2012-03-22\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tthv/2010/tthv_2010_2012-03-22_tie_001_fi.html), kesäkuu 2012.

työllisten tohtoreiden määrä oli peräti 171 prosenttia suurempi vuonna 2009 kuin 2000, suomalaisten vastaavasti 66 prosenttia suurempi. Vuonna 2009 ulkomaalaisten

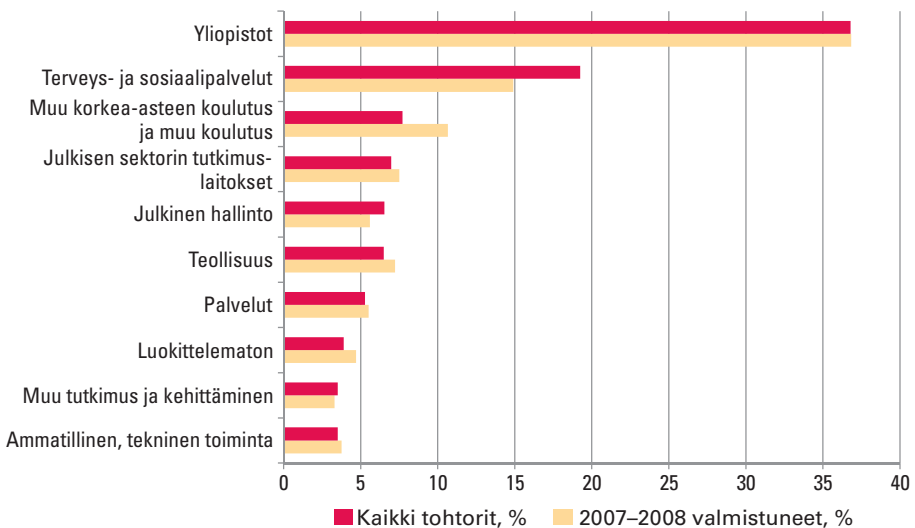
työllisten tohtoreiden määrä oli 718 ja suomalaisten 19 321. Suhteessa eniten tarkastelujaksolla on kasvanut EU27-maista tulleiden tohtoreiden määrä.



Kuva 4. Tohtoreiden ja maistereiden työttömyysaste Suomessa 2000–2009.

Lähde: Tilastokeskus, Tieteen ja teknologian henkilövoimavarat, tietokantataulukot, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Tohtoreiden työttömyysaste tarkoittaa työttömien tohtoreiden prosenttiosuutta työvoiman kaikista tohtoreista.



Kuva 5. Tohtoreiden sijoittuminen Suomessa toimialoittain (%-osuus kaikista ja vuosina 2007–2008 valmistuneista, työllisistä tohtoreista) vuonna 2009.

Lähde: Tilastokeskus 2011, Suomen Akatemian tilaama erillisaineisto tohtoreiden sijoittumisesta.

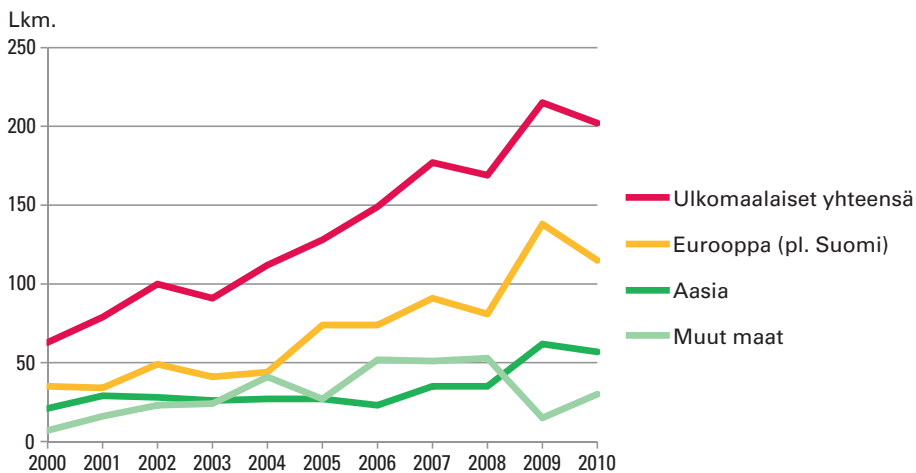
Huomautukset: Toimialaluokitus TOL 2008. Luokittelematon tarkoittaa niiden tohtoreiden osuutta, joiden osalta sijoittumistietoa ei ole saatavilla.

**Taulukko 2.** Ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen lukumäärä ja osuus (%) kaikista tohtorintutkinnoista neljässä Pohjoismaassa 2008 ja 2010.

| Vertailumaat | Ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen lkm. | Ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus, % | Ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen lkm. | Ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus, % |
|--------------|--|--|--|--|
|              | 2008   | 2008   | 2010   | 2010   |
| Tanska       | 207  | 18   | 503  | 29   |
| Norja        | 308  | 25   | 326  | 28   |
| Ruotsi       | 481  | 17   | 461  | 18   |
| Suomi        | 176  | 12   | 202  | 13   |

Lähde: NIFU (Nordic Institute for Studies in Innovation, Research and Education) R&D Statistics Bank / NORBAL, kesäkuu 2012.

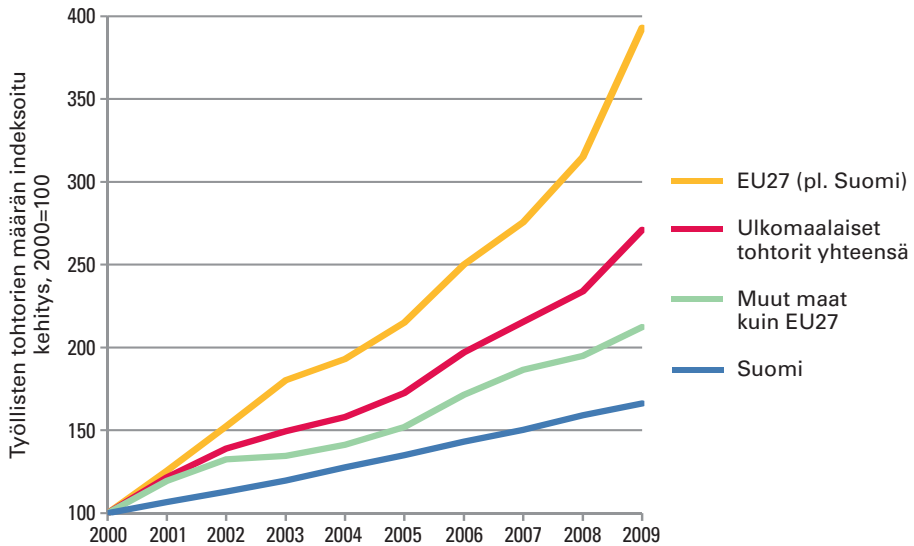
Huomautukset: Ulkomaalainen on määritelty tässä tilastossa "non-native". Ruotsin ja Tanskan tiedot saattavat olla osittain aliedustavia, koska tietoa kaikkien tohtorintutkinnon suorittaneiden kansallisuudesta ei näistä maista ole saatavilla. Jos kaikki ne tohtorit, joiden kansallisuutta ei tiedetä, ovat ulkomaalaisia, ulkomaalaisten suorittamien tohtorintutkintojen osuus olisi ollut Tanskassa 36 ja Ruotsissa 22 prosenttia vuonna 2010. Tiedot ovat saatavilla vuodesta 2008 alkaen. Aineisto ei kata Alankomaita, Irlantia, Itävaltaa ja Sveitsiä.



**Kuva 6.** Ulkomaalaisten suomalaisissa yliopistoissa suorittamat tohtorintutkinnot lähtömaanosan mukaan 2000–2010.

Lähde: Tilastokeskus 2012, Suomen Akatemian tilaama erillisaineisto tohtorintutkinnoista.

Huomautukset: Luokka muut maat sisältää myös ne tohtorintutkinnot, joiden suorittajan kansalaisuus on tuntematon.



Kuva 7. Työllisten tohtoreiden määrän indeksoitu kehitys (2000=100) Suomessa kansalaisuuden mukaan 2000–2009.

Lähde: Tilastokeskus, Tieteen ja teknologian henkilövoimavarat, tietokantataulukot, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Työllisten tohtoreiden määrä kattaa kaikki tohtorintutkinnon suorittaneet työlliset, siis myös muut kuin t&k-tehtävissä työskentelevät.

### 1.3 Tutkimuksen rahoitus

#### Kokonaiskuva tutkimus- ja kehitysmenoista

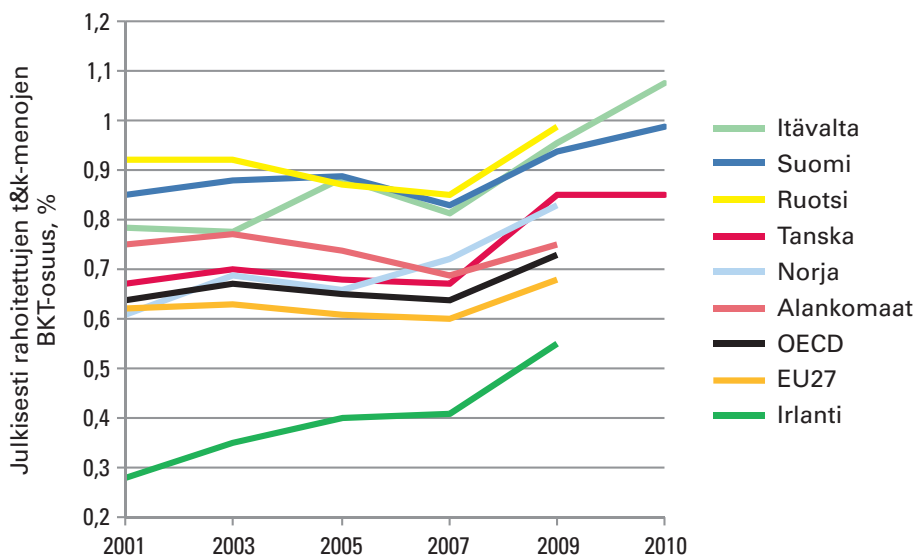
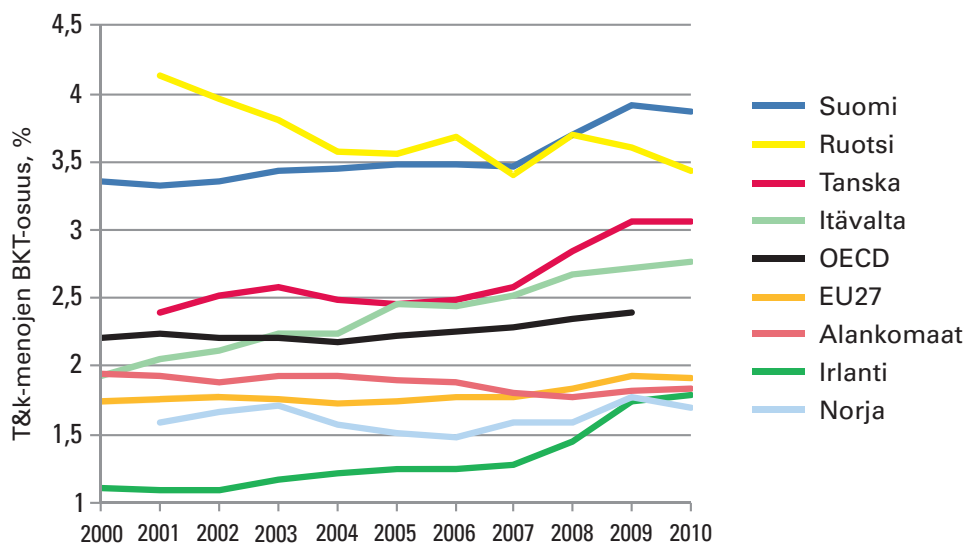
Suomi panosti noin seitsemän miljardia euroa tutkimus- ja kehitystoimintaan<sup>17</sup> vuonna 2010. Julkisella rahoituksella katettiin 26 prosenttia (1,8 miljardia euroa) t&k-menoista. Kotimaisen yritysrahoituksen osuus oli 66 prosenttia (4,6 miljardia euroa). Seitsemän prosenttia (0,48 miljardia euroa) t&k-toiminnan rahoituksesta tuli ulkomaisista rahoituslähteistä.

Suomi on tutkimus- ja kehitysmenojen bruttokansantuoteosuudella mitattuna maailman kärkimaita. T&k-menojen osuus

bruttokansantuotteesta kuvaa tietystä näkökulmasta yhteiskunnan tutkimustoiminnan intensiteettiä ja on perinteinen ja eniten käytetty t&k-toiminnan indikaattori. Monissa tutkimusintensiivisissä maissa suurin osa tutkimus- ja kehitystyöstä tehdään kuitenkin yrityssectorilla, joten indikaattori kuvaa osuvammin maan tuotekehitystoiminnan kuin yliopistojen perustutkimuksen määrää. Suomen hallitusohjelmassa (22.6.2011) on tutkimus-, kehittämis- ja innovaatio toiminnalle asetettu neljän prosentin tavoite bruttokansantuotteesta. Suomen 3,73 prosentin osuus vuonna 2011 on huomattavasti OECD-maiden keskimääräistä osuutta suurempi, vaikka osuus on pienentynyt

<sup>17</sup> ”Tutkimus- ja kehittämistoiminnalla (t&k) tarkoitetaan systemaattista toimintaa tiedon lisäämiseksi ja tiedon käyttämistä uusien sovellusten löytämiseksi. Kriteerinä on, että toiminnan tavoitteena on jotain oleellisesti uutta. Tutkimus- ja kehittämistoimintaan sisällytetään perustutkimus, soveltava tutkimus sekä kehittämistyö.” Lähde: Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Tutkimus- ja kehittämistoiminta [verkköjulkaisu]. Helsinki. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/tkke/kas.html>, kesäkuu 2012.





Kuva 8. Tutkimus- ja kehittämismenojen osuus (%) bruttokansantuotteesta 2000–2010 ja julkisesti rahoitettujen tutkimus- ja kehittämismenojen osuus (%) bruttokansantuotteesta 2001–2009/2010.

Lähde: OECD Main Science and Technology Indicators MSTI 2011/2 dataset.

Huomautukset: Maat on esitetty uusimman saatavilla olevan vuoden tietojen mukaisessa järjestyksessä. Uusimmat tiedot ovat vuodelta 2009 tai 2010. Ruotsin t&k-menojen BKT-osuutta koskeva tieto vuodelta 2002 puuttuu, joten kuvan luku on vuosien 2001 ja 2003 keskiarvo. Julkisesti rahoitettujen t&k-menojen BKT-osuus on esitetty vuodesta 2001 alkaen, koska useiden maiden vuoden 2000 tieto puuttuu tilastosta. Koska vain muutaman maan tiedot ovat saatavilla jokaiselta vuodelta, kuva perustuu pääosin joka toisen vuoden tietoihin. Sveitsi ei ole mukana tarkasteluissa, koska Sveitsin tiedot ovat saatavilla tilastoista vain muutamalta vuodelta. Vuonna 2008 Sveitsin t&k-menojen osuus bruttokansantuotteesta oli 2,99 prosenttia ja julkisesti rahoitettujen t&k-menojen osuus 0,68 prosenttia.

vuodesta 2010 alkaen<sup>18</sup> ja näyttäisi piene-  
nevän edelleen.

Vuonna 2010 eniten maailmassa t&k-toi-  
mintaan bruttokansantuotteestaan panosti-  
vat Israel (4,40 %), Suomi (3,87 %) ja Ete-  
lä-Korea (3,74 %).<sup>19</sup> Kahdeksasta vertailu-  
maasta Itävallan osuus on kasvanut eniten  
(kuva 8). Ruotsi ja Alankomaat ovat ainoat  
maat, joiden bruttokansantuotteesta pie-  
nempi osuus kohdistui t&k-toimintaan  
vuonna 2010 kuin 2000-luvun alussa.

Julkisesti rahoitettujen t&k-menojen osuus  
bruttokansantuotteesta oli Suomessa noin  
yksi prosentti (0,99 %) vuonna 2010.  
Ruotsin vastaava osuus oli yhtä suuri (tieto  
vuodelta 2009). Vertailumaista suurin  
osuus oli Itävallalla (1,07 %). Irlantia lu-  
kuun ottamatta kaikkien vertailumaiden  
osuudet olivat suuremmat kuin EU27- ja  
OECD-maissa keskimäärin vuonna 2009.  
Kaikki vertailumaat Alankomaita lukuun  
ottamatta panostivat enemmän julkista ra-  
hoitusta t&k-toimintaan julkisesti rahoitet-  
tujen t&k-menojen bruttokansantuote-  
osuudella mitattuna tarkastelujakson lo-  
pussa (2009/2010) kuin 2000-luvun alussa.

Absoluuttisesti tarkasteltuna vertailumaista  
Alankomaat (12,8 miljardia dollaria<sup>20</sup>) ja  
Ruotsi (12,5 miljardia dollaria) panostivat  
eniten tutkimus- ja kehittämistoimintaan  
vuonna 2010. Suomen t&k-menot olivat  
7,6 miljardia dollaria (noin 7,0 miljardia

euroa). Kun tutkimus- ja kehityksenot  
suhteutetaan asukasmäärään, Suomi sijoit-  
tuu vertailumaiden kärkeen noin 1 400 dol-  
larilla asukasta kohden vuonna 2010.<sup>21</sup>

Vertailumaista ainoastaan Alankomaissa  
tehdään enemmän kuin puolet tutkimus-  
ja kehitystyötä julkisissa organisaatioissa  
(kuva 9). Alankomaissa korkeakoulusek-  
torin osuus t&k-menoista oli 41 prosent-  
tia ja muiden julkisten organisaatioiden 12  
prosenttia vuonna 2010. Suomen korkea-  
koulusektorin osuus, 20 prosenttia (1,4  
miljardia euroa), oli vertailumaista kaikis-  
ta pienin. Muun julkisen tutkimuksen  
osuus oli Suomessa 10 prosenttia (0,7 mil-  
jardia euroa). Norjassa (16 %) julkisen  
sektorin t&k-toiminnan osuus oli vertai-  
lumaiden suurin. Yrityssektorin t&k-toi-  
minnan osalta vertailumaat voidaan jakaa  
kahteen ryhmään: Alankomaissa ja Nor-  
jassa yritysten osuus on noin puolet t&k-  
toiminnan menoista, muissa vertailumais-  
sa noin 70 prosenttia (Suomessa 4,9 mil-  
jardia euroa).

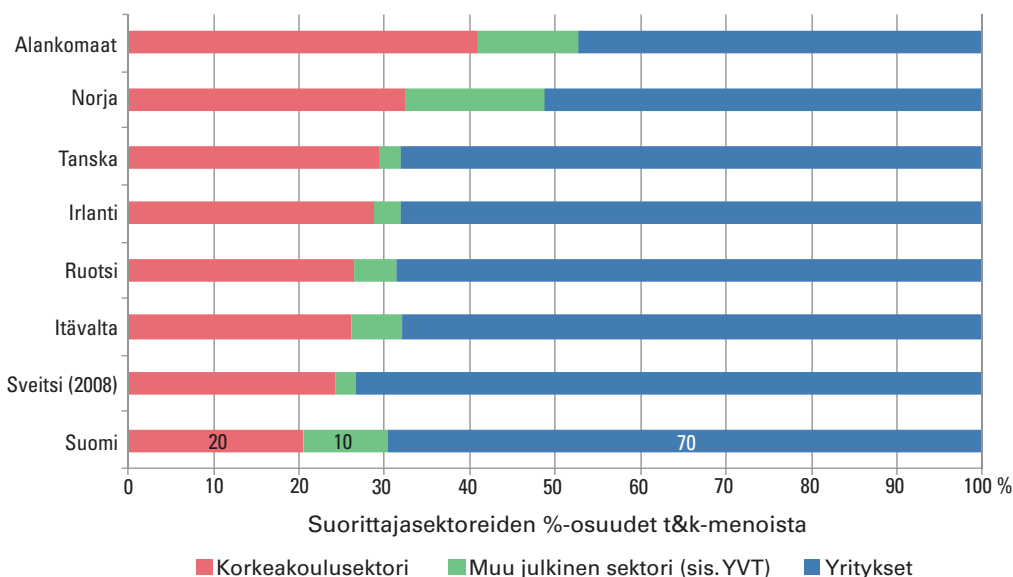
Maiden erilaiset elinkeinorakenteet, histo-  
rialliset ja taloudelliset olosuhteet sekä  
koulutuksen ja politiikan prioriteetit vai-  
kuttavat t&k-toiminnan suhteellisiin pai-  
notuksiin, erityisesti yrityssektorin t&k-  
toiminnan määrään. Esimerkiksi Norjan  
elinkeinorakenteen kivijalan muodostavat  
öljy, maakaasu, kalastus ja metsäteollii-  
suus. Raaka-aineiden ja luonnonvarojen

<sup>18</sup> BKT 2011 on valtionvarainministeriön ennuste. Lähde: Tilastokeskus 2011. Suomen virallinen tilasto: Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2010 [verkkojulkaisu]. Tiede, teknologia ja tietoyhteiskunta 2011. Helsinki. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tkke/2010/tkke\\_2010\\_2011-10-27\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tkke/2010/tkke_2010_2011-10-27_tie_001_fi.html), kesäkuu 2012.

<sup>19</sup> OECD Main Science and Technology Indicators MSTI 2011/2 dataset.

<sup>20</sup> OECD Research and Development Statistics (RDS) Database, kesäkuu 2012. T&k-menot on ilmoitettu ostovoimakorjattuina käyvin hinnoin (current PPP\$, PPP = Purchasing power parity). Tilastokeskus määrittelee ostovoimapariteetin seuraavasti: ”Ostovoimapariteetti on valuuttakurssi, jolla laskettuna kahden maan hyödykkeiden hinta on täysin sama yhteiseksi valuutaksi muutettuna.” Lähde: Tilastokeskus, Kansainvälinen hintavertailu, <http://www.stat.fi/meta/til/kvhv.html>, syyskuu 2012.

<sup>21</sup> OECD Main Science and Technology Indicators MSTI 2011/2 dataset. T&k-menot on ilmoitettu ostovoimakorjattuina käyvin hinnoin.



Kuva 9. Tutkimus- ja kehittämistoiminta suorittajasektoreittain (eri sektoreiden %-osuus maan t&k-menoista) 2010.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS) Database, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Sveitsin tiedot ovat vuodelta 2008. Maat on esitetty korkeakoulusektorin osuuden mukaisessa järjestyksessä. Korkeakoulusektoriin kuuluvat yliopistot, ammattikorkeakoulut ja esim. Suomen tilastoissa myös yliopistolliset sairaalat. Muu julkinen sektori (government sector) kattaa muut julkiset t&k-toimintaa harjoittavat organisaatiot. Suomessa valtion tutkimuslaitokset tekevät valtaosan julkisen sektorin t&k-toiminnasta. Julkinen sektori sisältää tässä kuvassa myös yksityiset voittoa tavoittelemattomat organisaatiot (YVT), joiden osuus t&k-menoista oli Sveitsissä 1,6 prosenttia ja muissa vertailumaissa 0–0,7 prosenttia, joka oli Suomen osuus vuonna 2010.

jalostukseen perustuva yritystoiminta ei ole yhtä tutkimusintensiivistä kuin esimerkiksi lääke- ja elektroniikkateollisuus.<sup>22</sup> Alankomaissa palvelusektori on suuri, mikä osaltaan selittää yritysten suhteellisesti pienempää osuutta t&k-toiminnan kansainvälisessä vertailussa.<sup>23</sup>

### Julkinen rahoitus ja muut rahoituslähteet

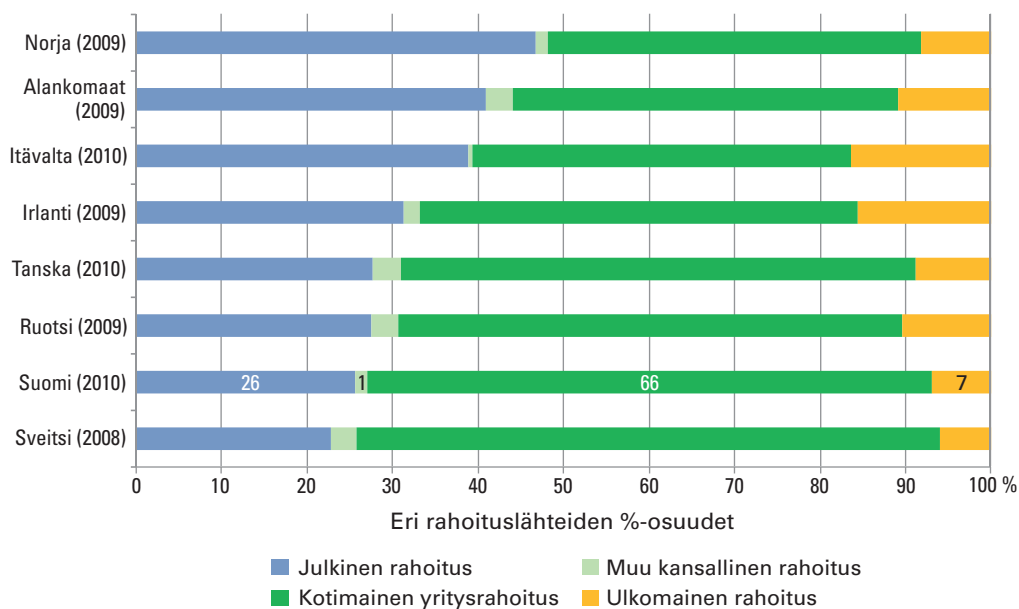
Julkisen rahoituksen suhteellinen painoarvo koko tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksessa vaihtelee suuresti vertailumaissa. Norjassa, jossa vuonna 1999 perus-

tettu Tutkimus- ja innovaatorahasto on taannut vakaan ja pitkäjänteisen tutkimuksen julkisen rahoituksen<sup>24</sup>, lähes puolet (suurin osuus 47 %) t&k-toiminnasta rahoitettiin valtion varoilla vuonna 2009 (kuva 10). Sveitsissä (23 %, vuoden 2008 tieto) ja Suomessa (26 %, 1,8 miljardia euroa vuonna 2010) julkisen rahoituksen osuudet olivat vertailumaista pienimmät. Valtion budjettirahoituksen lisäksi 0,4–3 prosentin osuus vertailumaiden t&k-rahoituksesta tuli muista kansallisista lähteistä (Suomessa 1 % eli 93 miljoonaa euroa vuonna 2010).

<sup>22</sup> The Research Council of Norway 2011. Report on Science & Technology Indicators for Norway 2011. Oslo.

<sup>23</sup> Viljamaa Kimmo, Lehenkari Janne, Lemola Tarmo ja Tuominen Terhi 2010. Tutkimuspolitiikan välineet ja käytännöt – Viiden maan vertailu. Suomen Akatemian julkaisu 2/10.

<sup>24</sup> Viljamaa Kimmo, Lehenkari Janne, Lemola Tarmo ja Tuominen Terhi 2010. Tutkimuspolitiikan välineet ja käytännöt – Viiden maan vertailu. Suomen Akatemian julkaisu 2/10.



Kuva 10. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoitusrakenne (eri rahoituslähteiden %-osuudet) 2009/2010.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS) Database, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Maat on esitetty julkisen rahoituksen osuuden mukaisessa järjestyksessä. Sveitsin tiedot ovat vuodelta 2008.

Julkisrahoitteisen t&k-toiminnan (t&k-menot) suhteellinen kasvu on ollut erityisen voimakasta (139 %) Irlannissa 2000-luvulla (kuva 11). Suomessa kehitys on ollut maltillisempaa: vuonna 2010 julkisesti rahoitetut t&k-menot olivat 38 prosenttia suuremmat kuin vuonna 2001.

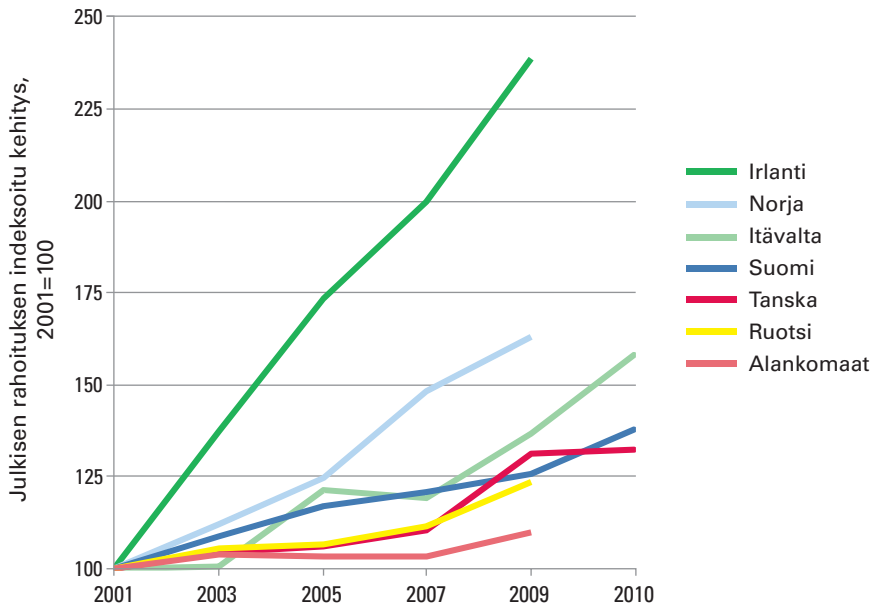
Julkista rahoitusta voidaan tarkastella myös rahoituksen yhteiskunnallisten tavoitteiden kautta. Julkisen rahoituksen tarkastelu perustuu tällöin valtioiden budje-teissa esitettyihin suunnitelmiin ja kansalli-siin kyselyihin. Erityisen kiinnostavaa on

vertailla yleiseen tieteen edistämiseen<sup>25</sup> eli pääasiassa tieteelliseen perustutkimukseen suunnatun rahoituksen kehitystä. Esimerkiksi Suomen Akatemian rahoitus kuuluu kokonaisuudessaan tähän luokkaan. Yleiseen tieteen edistämiseen suunnatun rahoituksen osuudet vaihtelivat Itävallan ja Norjan 13 prosentista Irlannin 31 prosenttiin julkisesta t&k-rahoituksesta vuonna 2011. Kaikissa vertailumaissa yleiseen tieteen edistämiseen suunnatun rahoituksen määrä on kasvanut 2000-luvulla.<sup>26</sup> Suomessa osuus oli 18 prosenttia (366,6 milj. euroa) vuonna 2011.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Tässä tarkastelussa ”muu” yleinen tieteen edistäminen ei sisällä sitä yleiseksi tieteen edistämiseksi luokiteltavaa tutkimusta, joka rahoitetaan yliopistojen budjettirahoituksella.

<sup>26</sup> OECD Main Science and Technology Indicators MSTI 2011/2 dataset. Yleiseen tieteen edistämiseen suunnatun rahoituksen kasvu on nimellismuutos, koska rahoituksen määrä on tietokannassa ilmoitettu käyvin hinnoin.

<sup>27</sup> Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Tutkimus- ja kehittämisrahoitus valtion talousarviossa 2012 [verkkojulkaisu]. Tiede, teknologia ja tietoyhteiskunta 2012. Helsinki. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tkker/2012/tkker\\_2012\\_2012-02-24\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tkker/2012/tkker_2012_2012-02-24_tie_001_fi.html), elokuu 2012.



Kuva 11. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan julkisen rahoituksen indeksoitu kehitys (2001=100) 2001–2009/2010.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS) Database, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Julkinen rahoitus = julkisrahoitteiset t&k-menot ostovoimakorjattuina vuoden 2005 dollareissa. Koska vain muutaman maan tiedot ovat saatavilla jokaiselta vuodelta, kuva perustuu joka toisen vuoden tietoihin. Sveitsin tiedot eivät ole saatavilla tarkastelluilta vuosilta. Sveitsissä julkisesti rahoitetut t&k-menot kasvoivat 36 prosenttia vuodesta 2000 vuoteen 2008.

Kotimaisen yritysrahoituksen osuudet olivat Sveitsissä (68 %) ja Suomessa (66 %, 4,6 miljardia euroa) vertailumaiden suurimmat. Sveitsissä tutkimus- ja kehittämistoimintaa rahoittavat erityisesti useat lääketieteellisuuden, kemianteollisuuden ja konepajateollisuuden yritykset.<sup>28</sup> Suomessa valtaosa yritysrahoituksesta on ollut peräisin Nokia Oyj:stä, joka sijoittui yritysten absoluuttisten t&k-panostusten vertailussa kahdeksanneksi koko maailmassa. Vuonna 2010 Nokia panosti noin 14 prosenttia liikevaihdostaan t&k-toimintaan, vaikka panostus on pienentynyt ja vastaavasti sijoi-

tus yritysvertailussa laskenut vuoden 2009 kolmannelta sijalta. Keskimäärin 20 eniten t&k-toimintaan panostavaa yritystä ohjasivat noin 11 prosenttia liikevaihdostaan tutkimukseen ja tuotekehitykseen.<sup>29</sup>

Ulkomaisen rahoituksen osuus vaihteli vertailumaissa 6–16 prosenttiin. Itävallassa ja Irlannissa ulkomaisen rahoituksen osuudet olivat suurimmat (16 %), Suomessa osuus oli seitsemän prosenttia (479 miljoonaa euroa). Itävallassa ulkomainen rahoitus tulee erityisesti ulkomaisilta yrityksiltä.<sup>30</sup> Irlanti puolestaan on osallistunut aktiivi-

<sup>28</sup> Research in Switzerland: <http://www.swissuniversity.ch/research-in-switzerland.htm>, kesäkuu 2012.

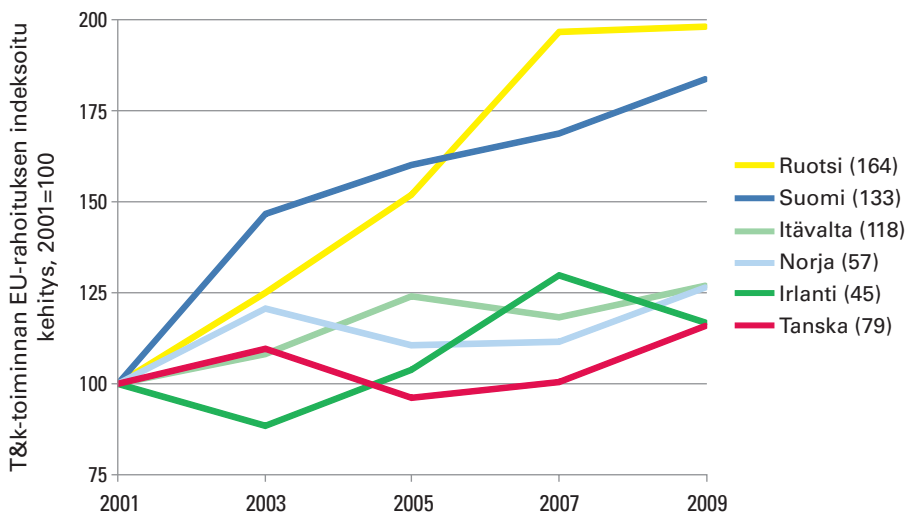
<sup>29</sup> Booz&Company 2011: THE GLOBAL INNOVATION 1000. Why Culture Is Key. Strategy+business 65/2011.

<sup>30</sup> Statistics Austria: [www.statistik.at/web\\_en/statistics/research\\_and\\_development\\_r\\_d\\_innovation/index.html](http://www.statistik.at/web_en/statistics/research_and_development_r_d_innovation/index.html), kesäkuu 2012.

sesti EU:n tutkimuksen puiteohjelmiin ja maalla on pitkä perinne yhteistyössä pohjoisamerikkalaisten tutkijoiden kanssa.<sup>31</sup>

Vertailumaat ovat kasvattaneet tutkimus- ja kehittämistoimintaan suunnattua EU-rahoitustaan 2000-luvulla (kuva 12, Alankomaiden ja Sveitsin tiedot puuttuvat). Ruotsi ja Suomi ovat onnistuneet kotiuttamaan EU-rahoitusta parhaiten. Ruotsissa t&k-toimintaa rahoitettiin EU-lähteistä 164 miljoonalla dollarilla, Suomessa vastaavasti 133 miljoonalla dollarilla vuonna 2009. Ruotsin EU-rahoitus kasvoi 98 prosenttia, Suomen 84 prosenttia vuosina 2001–2009. Käyvin hinnoin tarkasteltuna Suomen t&k-toiminnan EU-rahoitus oli 141 miljoonaa euroa vuonna 2009.

Vaikka Suomi on onnistunut kasvattamaan EU-rahoitustaan, suomalaiset ovat menestyneet tutkimuksen seitsemännen puiteohjelman (2007–2013) hauissa vain EU-maiden keskimääräisen tason mukaan: 23 prosenttia hakemuksista, joissa oli suomalaisia tutkijoita mukana, sai rahoituksen. EU-maissa keskimäärin onnistumisprosentti oli 22<sup>32</sup>. Koordinoitujen hankkeiden osalta menestys on ollut hieman heikompaa: Suomi onnistui saamaan koordinoimansa hankkeen rahoituksen 17 prosentissa hakemuksista, kun EU-maissa keskimäärin koordinaatiohankkeiden onnistumisprosentti oli 21. Onnistumisprosentit vaihtelevat eri erityisohjelmien ja teemojen välillä. Suomen saamasta seitsemännen puiteohjelman rahoituksesta yliopistoille ohjau-



**Kuva 12.** Tutkimus- ja kehittämistoiminnan EU-rahoituksen indeksoitu kehitys (2001=100) 2001–2009. Rahoituksen volyymi ostovoimakorjattuna (miljoonaa vuoden 2005 dollareissa) vuonna 2009 on ilmoitettu maan nimen jälkeen suluisissa.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), elokuu 2012.

Huomautukset: EU-rahoitus tarkoittaa EU:n tutkimuksen puiteohjelmista ja rakennerahastoista rahoitettujen t&k-menojen määrää ostovoimakorjattuna vuoden 2005 dollareissa. Koska vain muutaman maan tiedot ovat saatavilla jokaiselta vuodelta, kuva perustuu joka toisen vuoden tietoihin. Uusimmat tiedot ovat vuodelta 2009. Itävallan tiedot ovat vuosilta 2002, 2004, 2006, 2007 ja 2009. Alankomaiden ja Sveitsin tiedot puuttuvat.

<sup>31</sup> Viljamaa Kimmo, Lehenkari Janne, Lemola Tarmo ja Tuominen Terhi 2010. Tutkimuspolitiikan välineet ja käytännöt – Viiden maan vertailu. Suomen Akatemian julkaisuja 2/10.

<sup>32</sup> Tilanne lokakuussa 2011 sopimusneuvotteluihin hyväksytyjen hankkeiden mukaan.

tui 40 prosenttia ja valtion tutkimuslaitoksille 36 prosenttia. Isot yritykset ja pk-yritykset saivat molemmat noin yhdeksän prosenttia rahoituksesta. Muiden organisaatioiden osuus oli yhteensä kuusi prosenttia.<sup>33</sup>

Tutkimuksen seitsemännessä puiteohjelmassa käynnistetty Euroopan tutkimusneuvoston (ERC) rahoitus mahdollistaa kunnianhimoisten ja mittavien hankkeiden toteuttamisen sekä edesauttaa tutkimuslistien riskien ottamista, jotka parhaimmillaan johtavat merkittäviin tieteellisiin läpimurtoihin. ERC:n rahoitustoiminnassa hankkeiden arviointi perustuu pelkästään tieteelliseen laatuun. Vertailumaista menestyneimpiä ovat olleet Sveitsi (22 %) sekä Itävalta ja Alankomaat, joiden arvioiduista hakemuksista 14 prosentille myönnettiin rahoitus vuosien 2007–2011 hakukierrok-

silla (tilastossa maa määräytyy suorituspaikan, ei tutkijan kansallisuuden, mukaan). Tanska (9 %), Ruotsi (9 %) ja Norja (8 %) ovat menestyneet keskenään yhtä hyvin. Suomi on onnistunut saamaan rahoituksen yhteensä kuudelle prosentille ERC-hakemuksistaan samoin kuin Irlanti. Tämä on vertailumaista heikoin läpimenoprosentti. Onnistumisprosentit tosin vaihtelevat jonkin verran eri hakujen kesken.<sup>34</sup>

### Korkeakoulusektorin tutkimustoiminta

Seuraavassa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin korkeakoulusektorin tutkimustoimintaa ja sen rahoituksen kehitystä. Asukasmäärään suhteutettuna vertailumaista Ruotsissa on tutkimus- ja kehittämistoiminnaltaan suurin korkeakoulusektori (taulukko 3). Suomessa korkeakoulusektorin t&k-menot asukasta kohden olivat 266

**Taulukko 3. Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan volyyymi (vuoden 2005 dollareissa) 2010 ja volyymin muutos (%) 2002–2010 asukasta kohden.**

| Vertailumaat         | Korkeakoulusektorin t&k-menot ostovoimakorjattuina asukasta kohden vuoden 2005 dollareissa | Muutos, % |
|----------------------|--|-----------|
|                      | 2010   | 2002–2010 |
| Ruotsi (2001, 2010)  | 305  | 28        |
| Tanska               | 290  | 58        |
| Alankomaat           | 276  | 25        |
| Sveitsi (2002, 2008) | 276  | 25        |
| Norja                | 266  | 46        |
| Itävalta             | 255  | 37        |
| Suomi                | 251  | 37        |
| Irlanti              | 185  | 110       |

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), kesäkuu 2012. Asukasmäärätietojen lähde OECD Statistical database, Country statistical profiles, elokuu 2012.

Huomautukset: Maat on esitetty vuoden 2010 t&k-menojen mukaisessa suuruusjärjestyksessä. Muutos on laskettu ostovoimakorjatuista t&k-menoista vuoden 2005 dollareissa. Itävallan korkeakoulusektori laajeni vuonna 2007, jolloin opettajakoulutuksesta vastaavat organisaatiot (Pädagogische Akademien) liitettiin osaksi korkeakoulusektoria. Norjassa korkeakoulusektoria koskeva tiedontuotanto muuttui yliopistosairaaloiden osalta vuonna 2007, mikä vaikuttaa muutoksen tarkasteluun.

<sup>33</sup> Tekes/EUTI 2012. Raportti Suomalaiset ja EU:n tutkimuksen seitsemäs puiteohjelma (2007–2013), 31.1.2012.

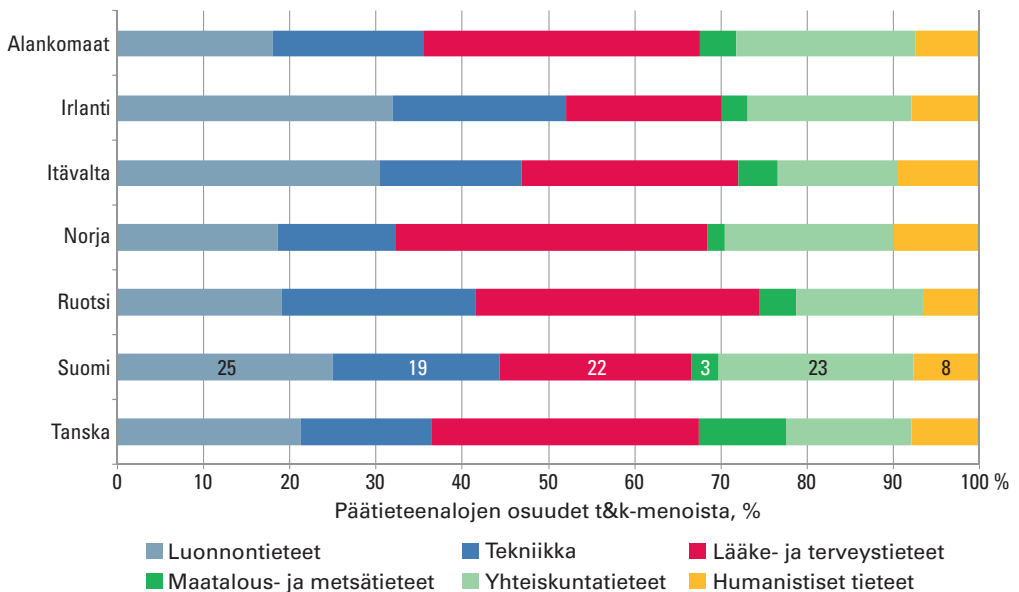
<sup>34</sup> ERC:n hakutilastot / Suomen Akatemia.

euroa<sup>35</sup> vuonna 2010. Asukasmäärään suhteutettut t&k-menot kasvoivat 37 prosenttia vuosina 2002–2010. T&k-menoissa mitattuna korkeakoulusektorin tutkimustoiminta on kasvanut 2000-luvulla vertailumaista eniten Irlannissa (110 %), jossa tosin t&k-menojen lähtötaso oli muita maita pienempi. Toiseksi suurin kasvu oli Tanskassa, jossa korkeakoulusektorin tutkimustoiminta kasvoi 58 prosenttia.

Vertailumaiden korkeakoulusektoreiden tieteenalaprofiilit (määritelty tutkimusmenojen mukaan) eroavat toisistaan erityisesti suhteessa lääke- ja terveystieteiden ja luonnontieteiden osuuksiin (kuva 13). Luonnontieteet sisältävät OECD:n tieteenalaluokittelussa sekä ns. eksaktit luonnontie-

teet että biotieteet. Norjassa (36 %), Ruotsissa, Alankomaissa ja Tanskassa noin kolmannes korkeakoulusektorin tutkimuksesta tehtiin lääke- ja terveystieteiden aloilla vuonna 2009. Irlannin vastaava osuus oli huomattavasti pienempi, vertailumaista pienin eli 18 prosenttia. Luonnontieteiden osuus oli puolestaan Irlannissa vertailumaiden suurin (32 %). Vastaavasti Alankomaissa ja Suomea lukuun ottamatta muissa vertailluissa Pohjoismaissa luonnontieteiden osuus oli hieman alle viidesosa korkeakoulusektorin tutkimusmenoista.

Suomessa korkeakoulusektorin tutkimusmenoista luonnontieteiden, yhteiskuntatieteiden, lääke- ja terveystieteiden osuudet olivat 22–25 prosenttia ja tekniikan osuus



**Kuva 13.** Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämismenojen jakautuminen päätieteenaloittain (pää-tieteenalan %-osuus kokonaismenoista) 2009.

Lähde: Eurostat, Science, technology and innovation database, toukokuu 2012.

Huomautukset: Maat on esitetty aakkosjärjestyksessä. Tieteenalat on esitetty OECD:n päätieteenalajaoon mukaisessa järjestyksessä. Uusimmat tiedot ovat saatavilla vuodelta 2009. Sveitsin tietoja ei ole esitetty tietojen puutteellisen tieteenalaluokittelun takia. Ruotsin tutkimuksesta alle yksi prosentti sijoittuu luokkaan luokittelematon.

<sup>35</sup> Ostovoimakorjattuna 251 vuoden 2005 dollaria.



19 prosenttia vuonna 2009. Humanististen alojen tutkimusmenojen osuus oli kahdeksan prosenttia ja maatalous- ja metsätieteiden kolme prosenttia. Muiden vertailumaiden osuudet näillä päätieteenaloilla ovat samaa suuruusluokkaa, joskin Tanskassa maatalous- ja metsätieteiden osuus (10 %) on suurempi kuin muissa vertailumaissa. Korkeakoulusektorin lisäksi kokonaisvoilyymiä kasvattaa valtion tutkimuslaitoksissa tehty tutkimus, joka ei sisälly korkeakoulusektorin lukuihin.

### **Korkeakoulusektorin tutkimustoiminnan rahoitus**

Suomessa korkeakoulut saavat toimintansa budjettirahoituksen (perusrahoituksen) opetus- ja kulttuuriministeriöstä. Budjettirahoituksessa ei ole erikseen määritelty tiettyä osuutta korkeakoulujen t&k-toiminnan rahoitukseen. Budjettirahoituksen lisäksi merkittävä osa tutkimus- ja kehittämistoiminnasta rahoitetaan muista rahoituslähteistä, joita ovat esimerkiksi julkiset rahoitusorganisaatiot kuten Suomen Akatemia ja Tekes, muut kansalliset rahoitusorganisaatiot, kotimaiset yritykset ja ulkomaiset rahoituslähteet. Tilastotiedot korkeakoulusektorin t&k-toiminnasta koostetaan useasta eri tietolähteestä ja ne ovat osittain laskennallisia. Suomessa Tilastokeskus toteuttaa vuosittain erilliskyselyn korkeakoulusektorin organisaatioille ja tämän lisäksi tiedontuotannossa hyödynnetään erilaisia hallinnollisia aineistoja. Tilastotuotantoa ohjaavat OECD:n suosituksen ja EU:n säädökset.<sup>36</sup>

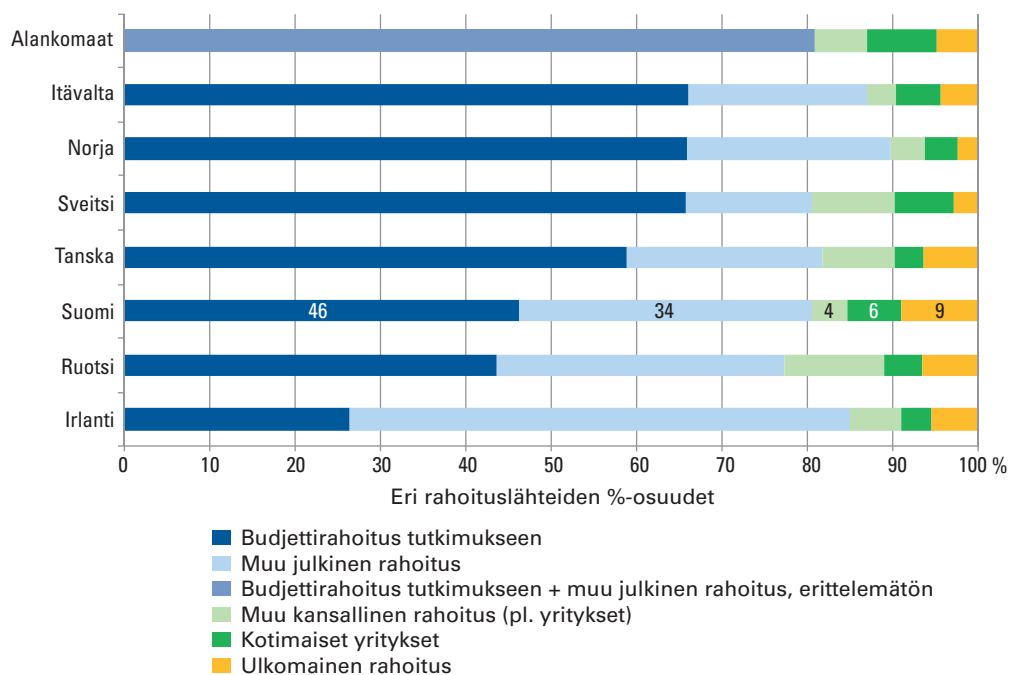
Kaikkien vertailumaiden korkeakoulusektoreiden tutkimustoiminta rahoitetaan pääasiassa julkisin varoin (kuva 14). Julkisen rahoituksen lähteiden eli tutkimukseen

osoitettavan budjettirahoituksen (institutionaalisen rahoituksen) ja vastaavasti muun julkisen rahoituksen osuudet kuitenkin vaihtelevat suuresti. Itävallassa, Norjassa ja Sveitsissä 66 prosenttia korkeakoulusektorin tutkimustoiminnasta katettiin budjettirahoituksella vuonna 2009. Suomessa suoran budjettirahoituksen osuus oli vain 46 prosenttia (594 miljoonaa euroa). Muista rahoituslähteistä tärkeimmät ovat julkiset rahoitusorganisaatiot, joiden osuus oli 34 prosenttia (439 miljoonaa euroa). Julkisista rahoittajista merkittävimmät ovat Suomen Akatemia ja Tekes. Myös Ruotsissa korkeakoulusektorin organisaatioiden budjettien ulkopuolisen julkisen rahoituksen osuus oli yhtä suuri kuin Suomessa.

Irlannissa budjettirahoituksen osuus oli selkeästi pienempi (26 %), mutta vastaavasti muun, kilpailun kautta jaettavan julkisen rahoituksen osuus oli vertailumaiden suurin, 58 prosenttia. Irlanti on panostanut tiedepolitiikassaan kilpailtuun rahoitukseen. Kehityksen moottorina on ollut vuonna 1998 perustettu Irlannin tiedesäätiö (SFI), jonka rahoitus on suuntautunut erityisesti ICT- ja bioalojen tutkimukseen. Tiedesäätiön toiminnan tavoitteeksi asetettiin, että sen myöntämä rahoitus on tarpeeksi suurta, jotta sen avulla voidaan nostaa Irlannin tutkimuksen tasoa ja houkutella johtavia kansainvälisiä tutkijoita Irlantiin työskentelemään. Lisäksi Irlannissa on pidetty tärkeänä varmistaa tutkimusryhmien riittävä kriittinen massa sekä korkea laatu rahoituksen kilpailutuksessa.<sup>37</sup>

<sup>36</sup> Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Tutkimus- ja kehittämistoiminta [verkkojulkaisu]. Laatuseloste: Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2010. Helsinki. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/tkke/2010/tkke\\_2010\\_2011-10-27\\_laa\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/tkke/2010/tkke_2010_2011-10-27_laa_001_fi.html), syyskuu 2012.

<sup>37</sup> Viljamaa Kimmo, Lehenkari Janne, Lemola Tarmo ja Tuominen Terhi 2010. Tutkimuspolitiikan välineet ja käytännöt – Viiden maan vertailu. Suomen Akatemian julkaisuja 2/10.



Kuva 14. Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoitusrakenne (eri rahoituslähteiden %-osuudet) 2009.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), toukokuu 2012.

Huomautukset: Tiedot on esitetty vuodelta 2009, koska useista vertailumaista uudempiä tietoja ei ole saatavilla. Alankomaiden korkeakoulusektorin rahoitustiedoissa ei eritellä budjettirahoitusta tutkimukseen (GUF) ja muuta julkista rahoitusta (Direct government) toisistaan. Maat on muuten esitetty tutkimukseen osoitettavan budjettirahoituksen osuuden mukaisessa järjestyksessä. Esimerkiksi Suomessa tilaston tuottaminen perustuu korkeakoulusektorin tutkimusorganisaatioille suunnattuun kyselyyn sekä hallinnollisiin aineistoihin. Suomen tiedoissa prosentiosuuksien summa on 99 pyöristyksen takia.

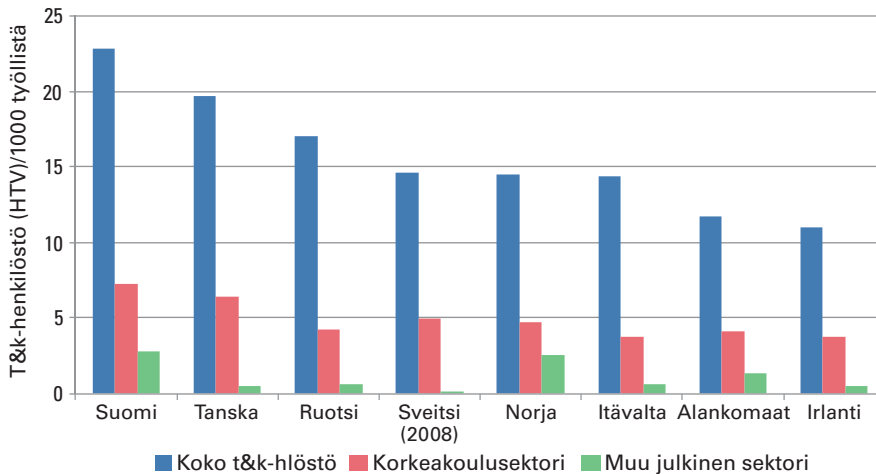
## 1.4 Tutkimuksen henkilövoimavarat

### Tutkimus- ja kehitystoiminnan henkilöstö

Työllisten määrään suhteutettuna Suomessa oli vertailumaista eniten t&k-henkilöstöä<sup>38</sup> kokonaisuudessa ja myös kun tarkastellaan erikseen korkeakoulusektorilla ja julkisella sektorilla, esimerkiksi valtion tutkimuslaitoksissa, työskentelevän t&k-hen-

kilöstön määriä. Suomessa tuhatta työllistä kohden 23 henkilöä työskenteli tutkimus- ja kehittämistoiminnan tehtävissä vuonna 2010 (kuva 15). Heistä seitsemän työskenteli korkeakoulusektorilla ja kolme muulla julkisella sektorilla. Vertailumaiden t&k-henkilöstön koko työlliseen väestöön suhteutettuna vaihtelee merkittävästi: Irlannissa on t&k-henkilöstöä yli puolet vähemmän kuin Suomessa. Erot selittyvät pää-

<sup>38</sup> Tutkimus- ja tuotekehityshenkilökunta: ”Tutkimus- ja tuotekehityshenkilökuntaan kuuluvat ne henkilöt, jotka ovat yksikössä tilastovuonna tehneet vähintään 0,1 työvuotta (= 10 % työajasta) t&k-työtä tai t&k-hankkeisiin suoranaisesti liittyvää hallintotyötä tai toimisto- yms. rutiinitehtäviä. Henkilökuntaan ei lasketa yksikön keskushallintoon kuuluvia koko yritystä palvelevia yleisiä hallinto- tai toimistotehtäviä suorittaneita henkilöitä.” Lähde: Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Tutkimus- ja kehittämistoiminta [verkkojulkaisu]. Helsinki. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/tkke/kas.html>, kesäkuu 2012.



Kuva 15. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstö (HTV) 1 000 työllistä kohden kokonaisuudessa, korkeakoulusektorilla ja julkisella sektorilla 2010.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), kesäkuu 2012, ja työllisen väestön osalta OECD Short-Term Labour Market Statistics, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrä on mitattu päätoimisina henkilötyövuosina. Työllisten määrä perustuu 15–74-vuotiaaseen työlliseen väestöön. Julkinen sektori ei tässä kuvassa sisällä yksityisiä voittoa tavoittelemattomia organisaatioita.

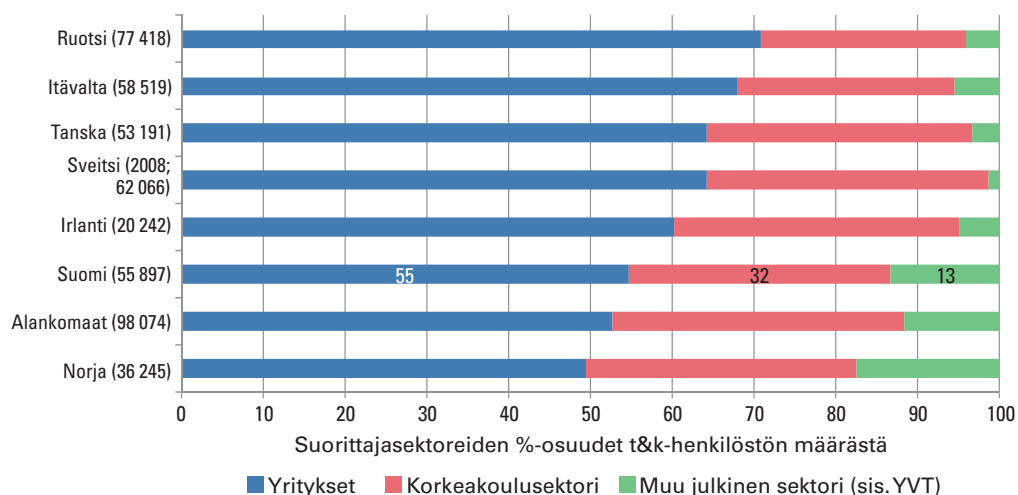
asiassa yrityssektorin t&k-henkilöstön koeroilla, koska vertailumaiden korkeakoulusektorin ja julkisen sektorin työlliseen väestöön suhteutetuissa t&k-henkilöstömäärissä erot ovat pieniä.

Kun tarkastellaan t&k-henkilöstön määrien suhteellisia osuuksia työskentelysektoreittain, Ruotsissa (71 %) ja Itävallassa (68 %) yrityssektori työllisti suhteessa eniten t&k-henkilöstöä muihin vertailumaihin verrattuna vuonna 2010 (kuva 16). Norjassa yrityssektori oli vertailumaiden pienin työllistäjä, sen osuus oli vain 50 prosenttia. Suhteessa suurimmat korkeakoulusektorit ovat Alankomaissa, Irlannissa ja Sveitsissä, joissa yli kolmannes t&k-henkilöstöstä työskenteli korkeakouluissa. Julkisen sektorin t&k-henkilöstön osuus oli suurin Norjassa (17 %).

Suomessa tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä (55 897 henkilötyövuotta) valtaosa (55 %, 30 559 henkilötyövuotta) toimi yritysten tutkimus- ja tuotekehitystehtävissä

vuonna 2010. Korkeakoulusektorin osuus oli 32 prosenttia (17 924 henkilötyövuotta) ja julkisen sektorin (pääasiassa valtion tutkimuslaitosten) 13 prosenttia (6 836 henkilötyövuotta). Suomessa t&k-henkilöstön kokonaismäärä on kasvanut vain vähän 2000-luvulla: vuonna 2010 t&k-henkilöstöä oli viisi prosenttia enemmän kuin vuonna 2001 (kuva 17). Suhteellisesti eniten on kasvanut Irlannin ja Itävallan t&k-henkilöstön määrä (noin 50 %).

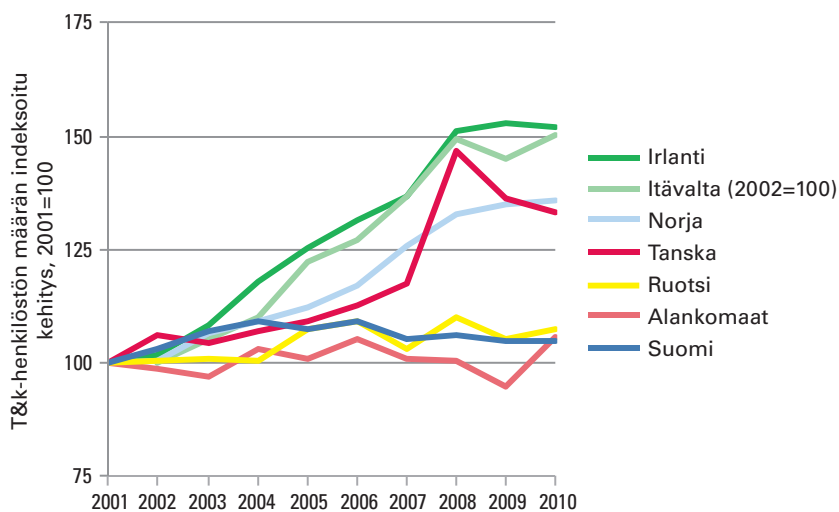
Suurimmalla osalla t&k-henkilöstöstä ei ole tutkijankoulutusta. Vuonna 2009 Suomessa tutkijankoulutuksen saaneiden (tohtorintutkinto ja lisensiaatintutkinto) osuus oli 18 prosenttia, mikä oli vähemmän kuin Irlannissa, Ruotsissa ja Norjassa (kuva 18). Itävallassa osuus oli suunnilleen yhtä suuri kuin Suomessa. Osuus on hieman kasvanut vuodesta 2003. Koulutustason kasvu on ollut merkittävä erityisesti Irlannissa, jossa tutkijakoulutettujen osuus t&k-henkilöstöstä oli 21 prosenttia vuonna 2003 ja jopa 31 prosenttia vuonna 2009.



Kuva 16. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön jakautuminen sektoreittain 2010. T&k-henkilöstön kokonaismäärä päätoimisina tutkimustyövuosina (HTV) on esitetty maan nimen jälkeen.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS) Database, kesäkuu 2012.

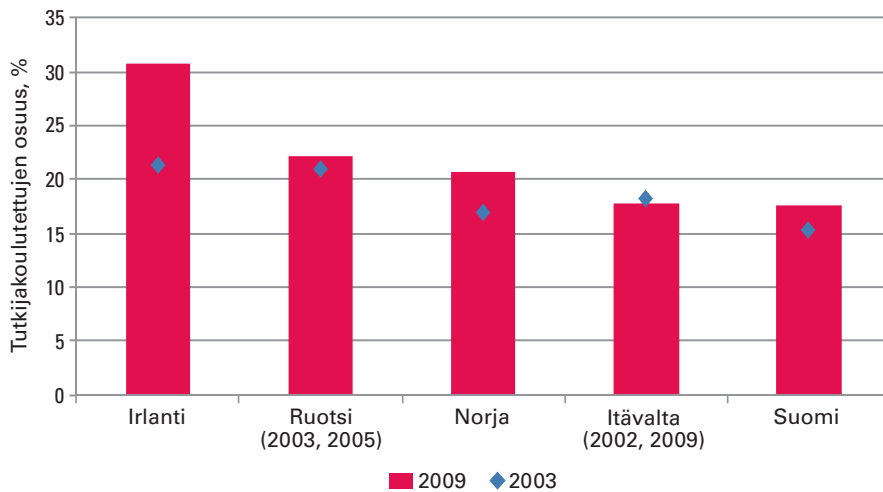
Huomautukset: T&k-henkilöstön määrä on ilmoitettu päätoimisina tutkimustyövuosina (HTV). Julkinen sektori sisältää myös yksityiset voittoa tavoittelemattomat organisaatiot, joiden osuus t&k-henkilöstöstä oli Suomessa noin yksi prosentti, Itävallassa, Tanskassa ja Ruotsissa alle prosentin vuonna 2010. Muissa vertailumaissa ei ole ilmoitettu t&k-henkilöstöä YVT-sektorilla. Sveitsin tiedot ovat vuosilta 2000 ja 2008, Itävallan tiedot vuosilta 2002 ja 2010.



Kuva 17. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrän (HTV) indeksoitu kehitys (2001=100) 2001–2010.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), kesäkuu 2012.

Huomautukset: Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrä perustuu päätoimisiin tutkimustyövuosiin (HTV). Tiedot ovat osin puutteellisia, Sveitsin vertailukelpoiset tiedot puuttuvat kokonaan. Itävallan muutos on laskettu suhteessa vuoteen 2002, koska vuoden 2001 tieto puuttuu. Itävallan vuoden 2003 tieto ja Ruotsin vuoden 2002 tieto ovat laskennallisia edellisen ja seuraavan vuoden keskiarvoja. Ruotsin tiedot ovat osittain aliedustavia.



Kuva 18. Tutkijakoulutettujen osuus (%) t&k-henkilöstöstä (henkilömäärästä laskettuna) 2003 ja 2009.

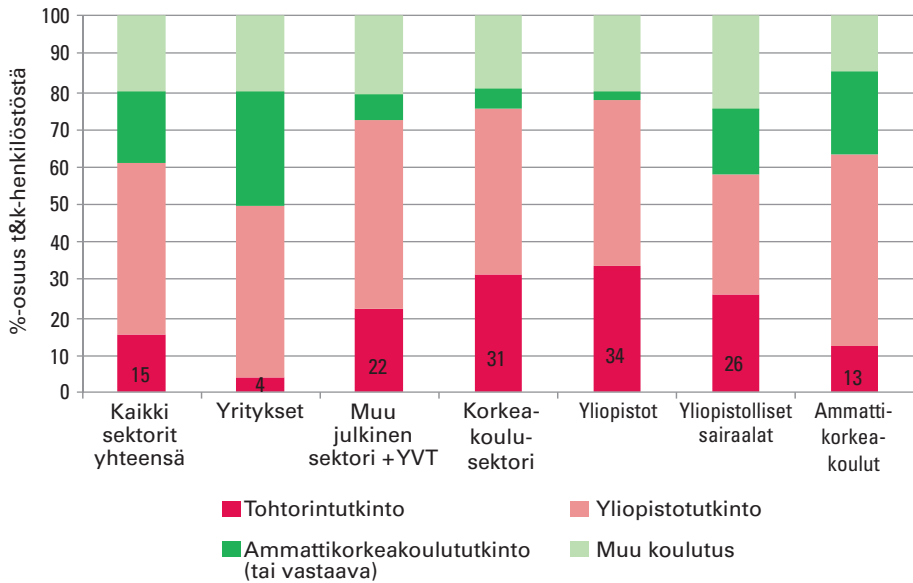
Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), kesäkuu 2012.

Huomautukset: Tutkijakoulutettu = Second stage tertiary education - Doctorate level (ISCED 6). Suomen tiedoissa tutkijakoulutettuihin lasketaan sekä tohtorintutkinnon että lisensiaatintutkinnon suorittaneet. Vuotta 2003 vanhemmat tiedot ovat puutteellisesti saatavilla. Alankomaiden, Sveitsin ja Tanskan tiedot puuttuvat.

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön koulutustaso vaihtelee eri sektoreilla Suomessa (kuva 19). Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä 31 prosentilla (yliopistoissa 34 prosentilla) oli tohtorintutkinto vuonna 2010. Julkisella sektorilla (ml. yksityiset voittoa tavoittelemattomat organisaatiot) vastaava osuus oli 22 prosenttia. Yrityksissä vain neljä prosenttia t&k-henkilöstöstä on tohtoreita, mikä vaikuttaa merkittävästi siihen, että koko Suomen t&k-henkilöstössä tohtoreiden osuus on puolet pienempi (15 %) korkeakoulusektoriin verrattuna. Muun yliopistotutkinnon kuin tohtorintutkinnon suorittaneiden osuus t&k-henkilöstöstä on julkisella sektorilla (50 %) jonkin verran suurempi kuin muilla sekto-

reilla. Ammattikorkeakoulututkinto (31 %) on puolestaan muihin sektoreihin verrattuna selkeästi yleisempi t&k-henkilöstön taustakoulutus yrityksissä.

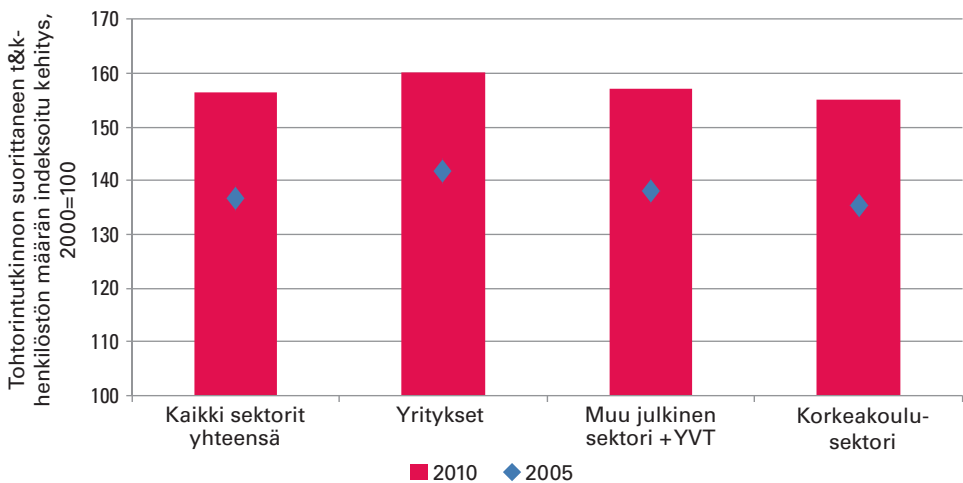
Tohtorintutkinnon suorittaneen tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrä (tutkimustyövuosista laskettuna) on kasvanut merkittävästi ja lähes samassa tahdissa kaikilla sektoreilla Suomessa 2000-luvulla (kuva 20). Vuonna 2010 tohtorintutkinnon suorittaneen t&k-henkilöstön määrä oli 56 prosenttia suurempi kuin vuonna 2000. Yrityssektorilla vastaava kasvu oli vielä hieman suurempi, 60 prosenttia, joskin tohtoreiden absoluuttinen määrä on yrityksissä pienempi kuin muiden sektoreiden t&k-henkilöstössä.



**Kuva 19.** Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstö (HTV) koulutuksen mukaan sektoreittain ja lisäksi korkeakoulusektorilla organisaatioryhmittäin 2010.

Lähde: Tilastokeskus, Tutkimus- ja kehittämistoiminta, tietokantataulukot, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrä perustuu päätoimisiin tutkimustyövuosiin (HTV). Yliopistotutkinto kattaa kaikki muut yliopistotutkinnot paitsi tohtorintutkinnot. YVT = Yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta.



**Kuva 20.** Tohtorintutkinnon suorittaneen tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrän (HTV) indeksoitu kehitys (2000=100) sektoreittain Suomessa 2005 ja 2010.

Lähde: Tilastokeskus, Tutkimus- ja kehittämistoiminta, tietokantataulukot, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrä perustuu päätoimisiin tutkimustyövuosiin (HTV). YVT = Yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta.

## Korkeakoulusektorin tutkimushenkilöstö

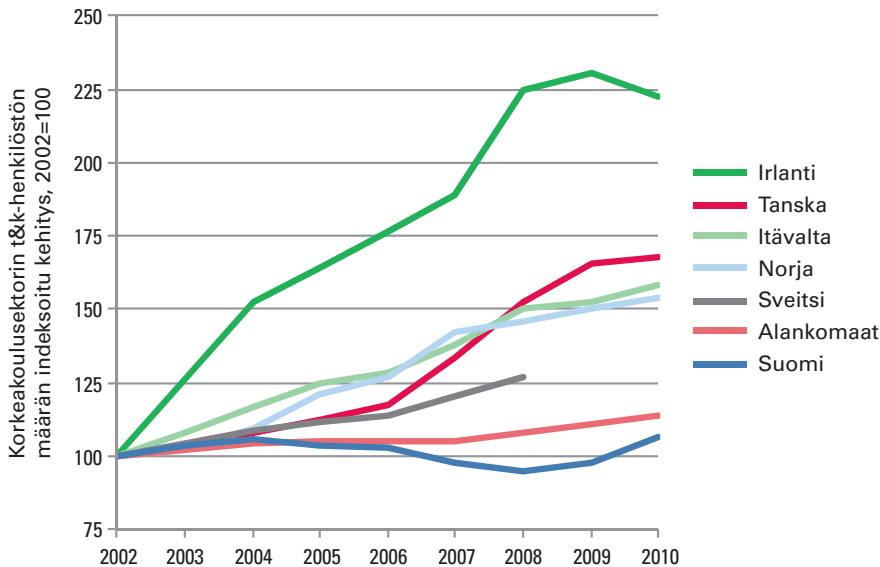
Korkeakoulusektorin tutkimushenkilöstömäärien kehitys on ollut erityisen voimakasta Irlannissa, jossa tutkimustyövuosia tehtiin 122 prosenttia enemmän vuonna 2010 kuin vuonna 2002 (kuva 21). Suomen korkeakoulusektorilla tutkimustyövuosien määrä on muuttunut vain vähän, vuonna 2010 tutkimustyövuosia tehtiin kuusi prosenttia enemmän kuin vuonna 2002.

Päätieteenaloitain tarkasteltuna vertailumaiden korkeakoulusektorit eroavat eniten luonnontieteiden sekä lääke- ja terveystieteiden tutkimushenkilöstön suhteellisissa osuuksissa (kuva 22). Tutkimushenkilöstön määrä painottuu luonnontieteisiin Itävallasissa, Irlannissa ja Suomessa ja puolestaan lää-

ke- ja terveystieteisiin Norjassa, Alankomaissa ja Tanskassa. Suomessa luonnontieteiden osuus oli 27 prosenttia korkeakoulusektorin tutkimustyövuosista vuonna 2010. Tekniikan, lääke- ja terveystieteiden sekä yhteiskuntatieteiden osuudet olivat jokainen noin viidenneksen. Tutkimushenkilöstöstä seitsemän prosenttia työskenteli humanistisilla aloilla ja kolme prosenttia maatalous- ja metsätieteellisessä tutkimuksessa.

## Suomen yliopistojen tutkimushenkilöstön kansainvälistyminen

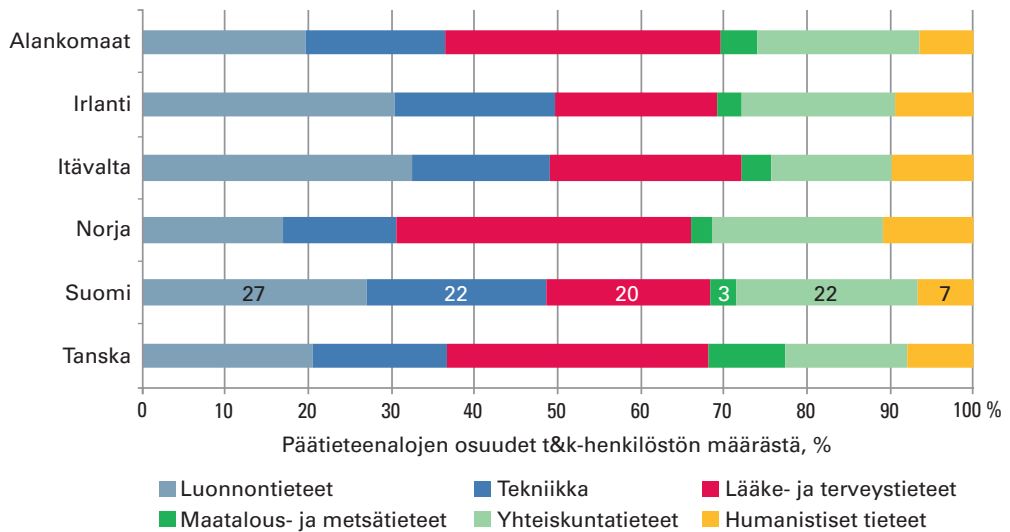
Suomen yliopistojen tutkimushenkilöstöstä 13 prosenttia (yhteensä 2308 henkilötyövuotta) oli kansalaisuudeltaan muita kuin suomalaisia. Kansainvälisten tutkijoiden osuus oli suurin tutkijanuran varhaisemmissa vaiheissa (tutkijakoulutettavat 17 %



Kuva 21. Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrän (HTV) indeksoitu kehitys (2002=100) 2002–2010.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS), kesäkuu 2012.

Huomautukset: Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön määrä perustuu päätoimisiin tutkimustyövuosiin (HTV). Tiedot ovat osin puutteellisia. Itävallan vuoden 2003 tieto ja Sveitsin vuosien 2003, 2005 ja 2007 tiedot ovat laskennallisia edellisen ja seuraavan vuoden keskiarvoja. Ruotsin tiedot puuttuvat kokonaan, koska Ruotsin korkeakoulusektorin tiedonkeruu muuttui vuonna 2005, mikä vaikuttaa korkeakoulusektorin tutkimustyövuosien kehityksen tarkasteluun. Itävallan korkeakoulusektori laajeni vuonna 2007, jolloin opettajakoulutuksesta vastaavat organisaatiot (Pädagogische Akademien) liitettiin osaksi korkeakoulusektoria. Norjassa korkeakoulusektoria koskeva tiedontuotanto muuttui yliopistosairaaloiden osalta vuonna 2007, mikä vaikuttaa muutoksen tarkasteluun.



Kuva 22. Korkeakoulusektorin tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstö (HTV) päätieteenoittain 2009.

Lähde: OECD Research and Development Statistics (RDS) Database, kesäkuu 2012.

Huomautukset: Maat on esitetty aakkosjärjestyksessä. Tieteenalat on esitetty OECD:n päätieteenalajon mukaisessa järjestyksessä. Uusimmat tiedot ovat saatavilla vuodelta 2009. Suomen tiedoissa prosenttiosuuksumma on 101 pyöristyksen vuoksi. Ruotsin ja Sveitsin tiedot puuttuvat puutteellisen tieteenalaluokituksen takia.

ja tutkijatohtorit 18 %). Lehtoreista ja muista tutkijanuran kolmannelle portaalle sijoittuvista tutkijoista muita kuin suomalaisia oli 10 prosenttia, professoreista (tai vastaava) kuusi prosenttia vuonna 2011.<sup>39</sup>

Suomen Akatemian rahoituksella työskentelee yhä enemmän ulkomaalaisia tutkijoita Suomen yliopistoissa. Tutkijanuraa tukevien rahoitusmuotojen kautta rahoitettujen ulkomaalaisten tutkijoiden osuus myönteisen rahoituspäätöksen saaneista on kasvanut 10 prosentista noin 15 prosenttiin vuosina 2008–2011 (kuva 23). Nopeinta kasvu on ollut erittäin kilpaillun akatemiattutkijan rahoituksen saaneiden tutkijoiden joukossa: vuonna 2008 10 prosenttia akatemiattutkijan rahoituksen saaneista oli kotoisin muualta kuin Suomesta. Vain neljässä vuo-

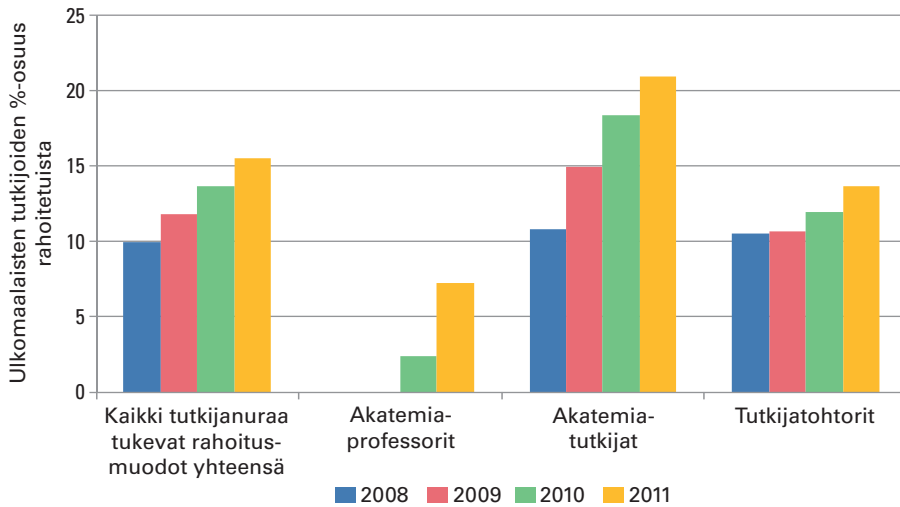
nessa vastaava osuus oli kasvanut jo yli 20 prosenttiin vuonna 2011.

FiDiPro, Finland Distinguished Professor Programme, on Suomen Akatemian ja Tekesin yhteinen rahoitusohjelma, joka tarjoaa suomalaisille yliopistoille ja tutkimuslaitoksille mahdollisuuden palkata ulkomaalaisia tai pitkään ulkomailla toimineita suomalaisia huippututkijoita määrääjäksi Suomeen. Suomen Akatemia on rahoittanut vuodesta 2006 alkaen 47 FiDiPro-professoria. Tekes on puolestaan rahoittanut 47 professoria. Vuonna 2009 Tekes käynnisti lisäksi FiDiPro Fellow -rahoituksen, jonka tavoitteena on houkutella suomalaisiin tutkimusryhmiin uransa alkuvaiheessa olevia, lupaavia lahjakkuuksia. Tämän rahoituksen on saanut yhteensä 13 tutkijaa.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalan Vipunen-portaali, toukokuu 2012. Suomen yliopistojen tutkimustoimintaa koskevassa tiedonkeruussa on alettu systemaattisesti tilastoida tutkimushenkilöstöä kansalaisuuden mukaan vasta vuodesta 2010 alkaen, joten aikasarjoja ei vielä ole saatavilla.

<sup>40</sup> Suomen Akatemian ja Tekesin rahoitustilastot. Rahoitetut tutkijat 2006–2012 (kesäkuu).





**Kuva 23.** Ulkomaalaisten tutkijoiden osuus (%) Suomen Akatemian tutkijanuraa tukevien rahoitusmuotojen kautta rahoittamista tutkijoista yhteensä ja rahoitusmuodoittain 2008–2011.

Lähde: Suomen Akatemian rahoitustilastot 2012.

Huomautukset: Tutkijanuraa tukeva rahoitus kattaa vastuullisen tutkijan henkilökohtaisen palkan ja rahoitusta välittömiin tutkimuskuluihin määrääjäksi. Ulkomaalaisia tutkijoita työskentelee Suomessa myös muulla Akatemian rahoituksella esimerkiksi tutkimuksen huippuyksiköissä ja tutkimushankkeissa. Vuosina 2008 ja 2009 Suomen Akatemia ei rahoittanut yhtään ulkomaalaista akatemiaprofessoria.

## 1.5 Tutkimuksen tuloksellisuus ja vaikuttavuus

### Bibliometriikka vaikuttavuuden mittarina

Bibliometrisiä indikaattoreita on käytetty useita vuosia erityisesti tutkimusjärjestelmätason arviointien<sup>41</sup> apuna ja tutkimustoitinnan vaikuttavuuden mittareina erilaisissa indikaattoriraporteissa<sup>42</sup>. Julkaisukäytännöt vaihtelevat eri tieteenaloilla, joten kansainväliset julkaisutietokannat eivät sovellu yhtä hyvin kaikkien alojen näkökulmasta julkaisutoiminnan tarkasteluun.

Thomson Reutersin Web of Science -tietokantojen tavoitteena on kattaa kunkin tieteenalan merkittävimmät tieteelliset lehdet. Lääketieteiden ja luonnontieteiden julkaisut ovat kattavimmin edustettuina, tekniikan ja matematiikan osalta kattavuus on jonkin verran huonompi. Kokonaisuudessaan aineisto kattaa englanninkielisiä tieteellisiä lehtiä edelleen parhaiten. Yhteiskuntatieteissä ja humanistissa tieteissä julkaistaan paljon monografioita sekä artikkeleita sellaisissa, esimerkiksi kansallisissa tai muissa kuin englanninkielisissä tieteellisissä lehdissä, joiden julkaisut eivät sisälly Web of Science

<sup>41</sup> Ks. esim. Löppönen Paavo, Lehvo Annamajja, Vaahtera Kaisa ja Nuutinen Anu (toim.) 2009. Suomen tieteen tila ja taso 2009. Suomen Akatemian julkaisuja 9/09.

Elsevier 2011. International Comparative Performance of the UK Research Base – 2011. A report prepared for the Department for Business, Innovation and Skills.

<sup>42</sup> Ks. esim. National Science Board 2012. Science and Engineering Indicators 2012. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 12-01).

NordForsk 2011. Comparing Research at Nordic Universities using Bibliometric Indicators. A publication from the NORIA-net 'Bibliometric Indicators for the Nordic Universities'. NordForsk Policy Briefs 4–2011.

-tietokantoihin.<sup>43</sup> Eri maiden tieteenalaprofileissa on myös eroja, joten julkaisutoiminnan kansainvälinen vertailu ei ole täysin ongelmatonta. Bibliometrinen tulosten tulkinnassa tulee aina ottaa huomioon kansainvälisiin tietokantoihin ja bibliometrisiin analyysimenetelmiin liittyvät rajoitukset.

Tieteen tila 2012 -arvioinnin bibliometrisenä aineistona on käytetty Thomson Reutersin Web of Science -tietokantoihin<sup>44 45</sup> sisältyviä julkaisuja.<sup>46</sup> Käytetty aineisto sisältää julkaisutyypeistä alkuperäisartikkelit (article), katsausartikkelit (review article), kirjeet (letter) ja tieteelliset konferenssijulkaisut (proceedings paper). Suomen julkaisuksi on laskettu näistä julkaisutyypeistä kaikki ne julkaisut, joissa vähintään yhden kirjoittajan osoite on Suomessa. Julkaisumäärät on ositettu julkaisun kirjoittamiseen osallistuneiden maiden kesken.

Viittaussuhteet on myös ositettu julkaisuun osallistuvien maiden kesken. Itseviittaukset on poistettu. Viittauskertymä on laskettu julkaisuvuoden ja kahden seuraavan vuoden mukaan. Vuosien 2009 ja 2010 julkaisujen osalta viittaussuhteet ovat osin puutteellisia, koska aineiston saatavuuden takia vain vuoden 2010 loppuun mennessä saa-

viittaukset ovat mukana näiden vuosien julkaisujen viittauskertymissä. Kaikki tulokset esitetään kolmen vuoden liukuviivana aikasarjoina. Samat menetelmälliset valinnat koskevat kaikkia viittausindikaattoreita. Menetelmät on kuvattu yksityiskohdaisemmin liitteessä 1.

Thomson Reutersin Web of Science -tietokannoissa julkaisun tieteenala määräytyy lehden mukaan, jossa julkaisu on julkaistu. Jokainen lehti puolestaan voidaan luokitella enintään kuudelle eri tieteenalalle.<sup>47</sup> Viittausindikaattoreita laskettaessa jokainen julkaisu on tieteenalanormalisoitu, jolloin sen viittauskertymä suhteutetaan niiden tieteenalojen, joille tieteellinen lehti ja sen myötä julkaisu on luokiteltu, keskimääräiseen viittauskertymään maailmassa.

### Julkaissuun määrän kehitys

Suomessa julkaistiin 15 674<sup>48</sup> tieteellistä julkaisua kaudella 2008–2010. Asukasmäärään suhteutettuna Suomessa tehtiin vertailumaista kolmanneksi eniten julkaisuja (kuva 24). Eniten julkaisuja tehtiin Sveitsissä ja Ruotsissa. Vertailumaista kärkinelikon keskinäinen järjestys ei ole muuttunut kaudesta 2003–2005 kauteen 2008–2010.

<sup>43</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriö 2011. Sitaatioindeksityöryhmä II:n raportti. Suomalaisen tutkimusorganisaatioiden Web of Science -julkaisut ja niiden vaikuttavuus vuosina 1990–2009. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2011:34.

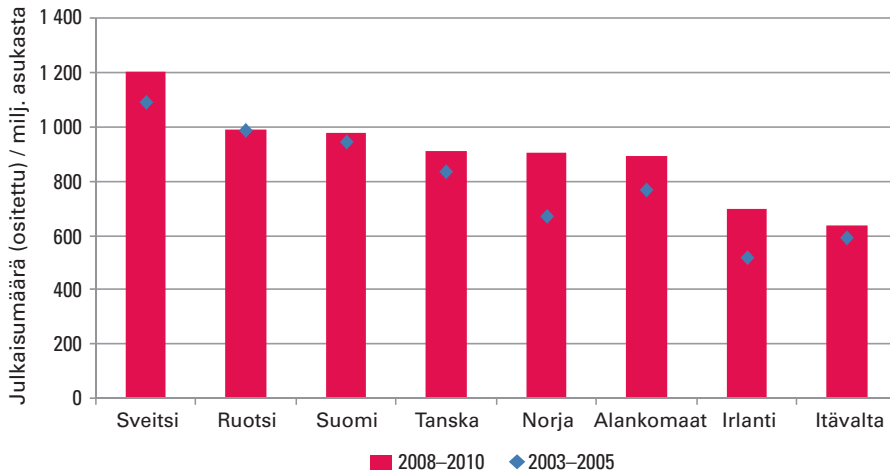
<sup>44</sup> Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index, and Conference Proceedings Citation Index – Science and Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities, all prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA, © Copyright Thomson Reuters®, 2012.

<sup>45</sup> Lisätietoja Thomson Reutersin Web of Science -tietokannoista: [http://thomsonreuters.com/content/science/pdf/Web\\_of\\_Science\\_factsheet.pdf](http://thomsonreuters.com/content/science/pdf/Web_of_Science_factsheet.pdf), elokuu 2012.

<sup>46</sup> Bibliometriset analyysit ovat toteuttaneet tutkijatohtori Raj Kumar Pan ja apulaisprofessori Santo Fortunato Aalto-yliopistosta.

<sup>47</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriö 2011. Sitaatioindeksityöryhmä II:n raportti. Suomalaisen tutkimusorganisaatioiden Web of Science -julkaisut ja niiden vaikuttavuus vuosina 1990–2009. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2011:34.

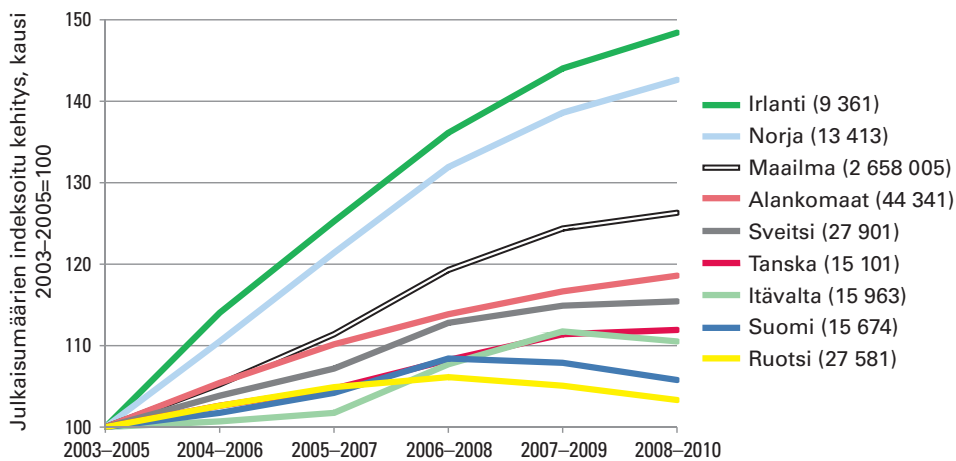
<sup>48</sup> Tämä on ositettu julkaisumäärä analyysiin valituissa julkaisutyypeissä Thomson Reutersin Web of Science -tietokantoihin perustuvassa aineistossa. Koska aineisto ei sisällä esimerkiksi monografioita eikä kaikkia tieteellisiä lehtiä, joissa Suomen tutkijat julkaisevat, Suomen absoluuttinen tieteellisten julkaisujen määrä on mainittua suurempi.



Kuva 24. Julkaisumäärät miljoonaa asukasta kohden 2003-2005 ja 2008-2010.

Aineistolähde: Thomson Reuters 2012. Bibliometriset analyysit Raj Kumar Pan ja Santo Fortunato, Aalto-yliopisto 2012. Asukasmäärätietojen lähde OECD Statistical database, Country statistical profiles, elokuu 2012.

Huomautukset: Julkaisumäärät on ositettu kuhunkin julkaisuun osallistuvien maiden kesken. Maat on esitetty uusimman kauden asukasmäärään suhteutetun julkaisumäärän mukaisessa järjestyksessä.



Kuva 25. Julkaisumäärien indeksoitu (kausi 2003-2005=100) kehitys 2003-2010. Julkaisumäärä (ositettu) kaudella 2008-2010 on esitetty maan nimen perässä suluissa.

Aineistolähde: Thomson Reuters 2012. Bibliometriset analyysit Raj Kumar Pan ja Santo Fortunato, Aalto-yliopisto 2012.

Huomautukset: Julkaisumäärät on ositettu julkaisuun osallistuvien maiden kesken.

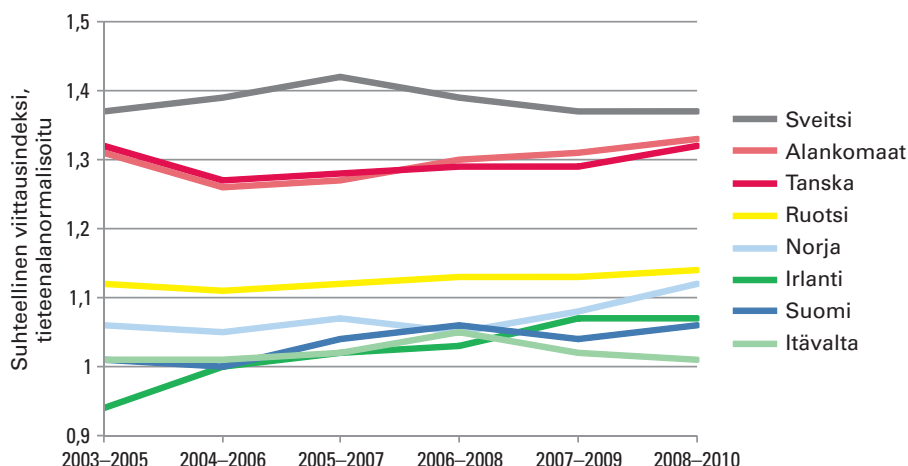
Vertailumaista Irlannin (48 %) ja Norjan (43 %) julkaisumäärä on kasvanut kaikista voimakkaimmin, myös selkeästi enemmän kuin maailmassa<sup>49</sup> keskimäärin (26 %) vuosina 2003–2010 (kuva 25). Muissa vertailumaissa kasvuvauhti on ollut maltillisempaa. Suomessa julkaistiin kuusi prosenttia enemmän kaudella 2008–2010 kuin 2003–2005. Merkillepantavaa kuitenkin on, että Suomen ja Ruotsin julkaisumäärät ovat pienentyneet kauden 2006–2008 jälkeen. Myös Itävallassa uusimman kauden julkaisumäärä oli ensimmäistä kertaa tarkastelujaksolla pienempi edelliskauteen verrattuna.

### Viittausindikaattorit

Sveitsin, Alankomaiden ja Tanskan julkaisuihin viitattiin enemmän kuin maailmassa julkaisuihin keskimäärin koko tarkastelu-

kauden 2003–2010 ajan (kuva 26). Ero on selkeä muihin vertailumaihin verrattuna. Kaikki vertailumaat ovat sijoittuneet maailman keskitason yläpuolelle kaudesta 2005–2007 alkaen. Suomen julkaisuihin viitattiin kuusi prosenttia enemmän (suhteellinen viittausindeksi 1,06) kuin julkaisuihin maailmassa keskimäärin kaudella 2008–2010. Tämä on hieman enemmän kuin tarkastelujakson alussa, jolloin Suomen suhteellinen viittausindeksi (1,01) oli maailman keskitasoa.

Huippujulkaisulla tarkoitetaan sellaisia julkaisuja, jotka kuuluvat maailman eniten viittauksia saaneeseen noin kymmeneen prosenttiin<sup>50</sup> kaikista julkaisuista. Top 10 -indeksi lasketaan siten, että kunkin maan huippujulkaisujen osuutta maan kokonaisjulkaisutuotannosta verrataan maailman



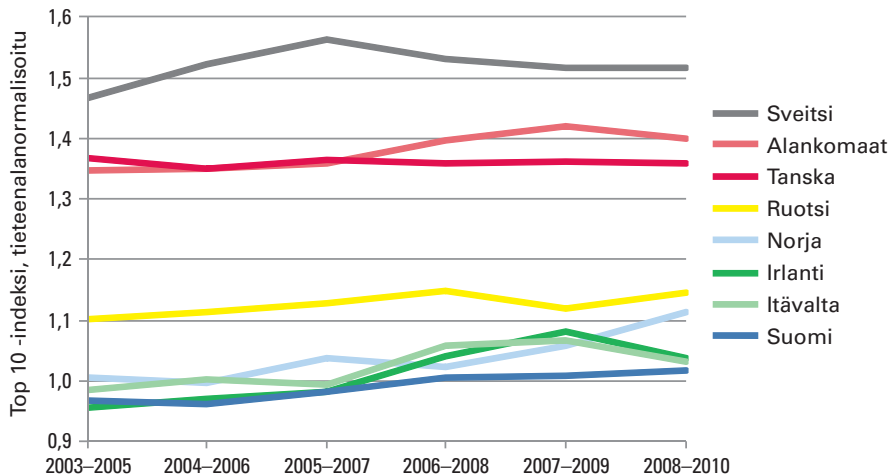
Kuva 26. Suhteellisen viittausindeksin kehitys 2003–2010. Maailman keskimääräinen taso on 1.

Aineistolähde: Thomson Reuters 2012. Bibliometriset analyysit Raj Kumar Pan ja Santo Fortunato, Aalto-yliopisto 2012.

Huomautukset: Maan suhteellinen viittausindeksi mittaa sitä, kuinka paljon enemmän tai vähemmän viittauksia kuin maailmassa keskimäärin esimerkiksi Suomen julkaisut ovat tietyn ajanjaksona keränneet.

<sup>49</sup> Maailman julkaisumäärä tarkoittaa Web of Science -tietokantojen kokonaisjulkaisumäärää. Julkaisu-toiminta on kasvanut erityisen voimakkaasti Kiinassa ja Etelä-Koreassa 2000-luvulla (National Science Board 2012). Lisääntyneen julkaisutuotannon lisäksi tietokannan julkaisujen määrä kasvaa, kun tietokantojen lehtivalikoimaa laajennetaan. National Science Board 2012. Science and Engineering Indicators 2012. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 12-01).

<sup>50</sup> Huippujulkaisuihin voidaan määritellä myös esimerkiksi eniten viitattu yksi tai viisi prosenttia maailman julkaisuista.



Kuva 27. Top 10 -indeksin kehitys 2003–2010. Maailman keskimääräinen taso on 1.

Aineistolähde: Thomson Reuters 2012. Bibliometriset analyysit Raj Kumar Pan ja Santo Fortunato, Aalto-yliopisto 2012.

Huomautukset: Maan top 10 -indeksi mittaa sitä, kuinka paljon enemmän tai vähemmän kuin maailmassa keskimäärin esimerkiksi Suomen julkaisuista kuuluu niin sanottuihin huippujulkaisuihin eli maailman eniten viitattuihin saaneeseen noin kymmeneen prosenttiin kaikista julkaisuista.

huippujulkaisujen osuuteen maailman kaikista julkaisuista, jolloin maailman keskimääräinen taso on yksi. Sveitsi, Alankomaat ja Tanska menestyvät parhaiten huippujulkaisujen (eniten viitattu 10 %) tarkastelussa (kuva 27). Suomi puolestaan sijoittuu vertailumaiden viimeiseksi. Sveitsin julkaisuista 13 prosenttia kuului maailman huippujulkaisuihin kaudella 2008–2010. Tämä on 52 prosenttia enemmän kuin maailmassa keskimäärin (top 10 -indeksi 1,52). Suomen julkaisuista yhdeksän prosenttia kuului maailman huippujulkaisuihin samalla kaudella. Tämä on suunnilleen yhtä paljon kuin maailmassa keskimäärin.

### Kansainvälinen yhteisjulkaiseminen

Suomen kansainvälinen yhteisjulkaiseminen on lisääntynyt merkittävästi 20 vuodessa. Vain joka neljännessä Suomen julkaisussa<sup>51</sup> oli mukana tutkijoita myös muista maista 1990-luvun alussa. Vuosituhannen vaihteessa osuus oli kasvanut 40 prosenttiin ja kaudella 2006–2009 jo noin puolet (49 %) Suomen julkaisuista tehtiin kansainvälisessä yhteistyössä.<sup>52</sup>

Pohjoismaisen vertailun<sup>53</sup> mukaan 29 prosenttia Suomen julkaisuista (ositettu julkaisumäärä) tehtiin kansainvälisessä yhteistyössä kaudella 2005–2008. Vastaava osuus

<sup>51</sup> Suomen julkaisumäärä on osittamaton: Suomen kansainväliseksi yhteisjulkaisuksi on laskettu kaikki ne analyysiin valittujen julkaisutyypin julkaisut, joissa on vähintään yksi kirjoittaja Suomesta ja yksi jostakin muusta maasta.

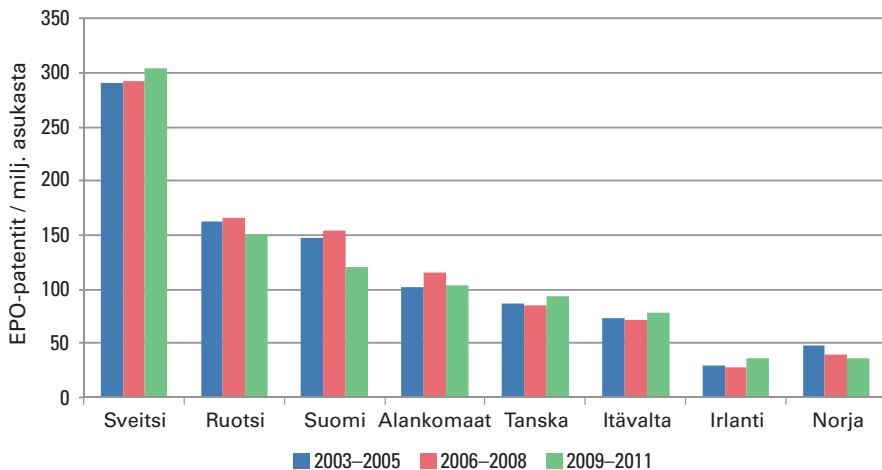
<sup>52</sup> Muhonen Reetta, Leino Yrjö ja Puuska Hanna-Mari 2012. Suomen kansainvälinen yhteisjulkaiseminen. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2012:4.

<sup>53</sup> NordForsk 2011. Comparing Research at Nordic Universities using Bibliometric Indicators. A publication from the NORIA-net 'Bibliometric Indicators for the Nordic Universities'. NordForsk Policy Briefs 4–2011.

oli Tanskassa 33 prosenttia, Norjassa ja Ruotsissa 32 prosenttia. Kansainväliset yhteisjulkaisut ovat merkittävästi viitatumpia kuin kansalliset julkaisut. Suomen kansainvälisiin yhteisjulkaisuihin viitattiin 23 prosenttia enemmän kuin maailmassa keskimäärin kaudella 2005–2008. Vastaavasti kansallisten julkaisujen suhteellinen viittausindeksi jäi kolme prosenttia alle maailman keskitason. Neljästä vertaillusta Pohjoismaasta Tanskan kansainväliset yhteisjulkaisut keräsivät suhteessa eniten viittauksia, 43 prosenttia enemmän kuin maailmassa keskimäärin kaudella 2005–2008.

## Patentit

Bibliometriset indikaattorit kuvaavat tieteen sisäistä vaikuttavuutta, patenttien<sup>54</sup> avulla puolestaan voidaan tarkastella t&k-toiminnan mahdollista taloudellista vaikuttavuutta. Myös patentti-indikaattoreihin liittyy rajoituksia, jotka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Kaikkia keksintöjä ei koskaan eri syistä patentoida ja patentointikäytännöissä on eroja eri toimialojen välillä. Patentointihakemuksen käsitteilyprosessi vie aikaa, joten patenttitilastoissa on jopa useiden vuosien viive t&k-

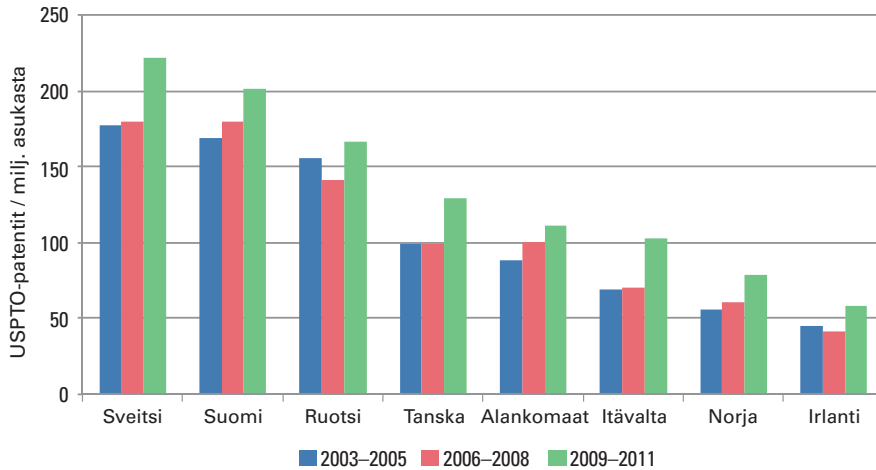


Kuva 28. Eurooppalaiset EPO-patentit miljoonaa asukasta kohden 2003–2011.

Lähde: European Patent Office, Statistics, elokuu 2012. Asukasmäärätietojen lähde OECD Statistical database, Country statistical profiles, elokuu 2012.

Huomautukset: Patenttitilasto kuvaa myönnettyjen patenttien määrää. Maat on esitetty kauden 2009–2011 asukasmäärään suhteutetun EPO-patenttimäärän mukaisessa järjestyksessä.

<sup>54</sup> Tilastokeskuksen määritelmä patentille on seuraava: ”Patentti on keksijälle tai keksinnön oikeudenhaltijalle valtuutetun viranomaisen myöntämä määräaikainen (yleensä 20 vuotta) yksinoikeus keksinnön hyödyntämiseen. Patentin myöntämisen ehtona on, että keksinnön on oltava uusi, keksinnöllinen eli ei-ilmeiseen tietoon perustuva ja sovellettavissa teolliseen käyttöön.” Lähde: Tilastokeskus 2012. Suomen virallinen tilasto: Patentointi [verkkojulkaisu]. Laatuseloste: Patentointi. Helsinki. Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/pat/2010/pat\\_2010\\_2011-11-03\\_laa\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/pat/2010/pat_2010_2011-11-03_laa_001_fi.html), elokuu 2012.



Kuva 29. Yhdysvalloissa myönnetyt USPTO-patentit miljoonaa asukasta kohden 2003–2011.

Lähde: U.S. Patent and Trademark Office, TAF database, elokuu 2012. Asukasmäärätietojen lähde OECD Statistical database, Country statistical profiles, elokuu 2012.

Huomautukset: Patenttitalasto kuvaa myönnettyjen patenttien määrää. Maat on esitetty kauden 2009–2011 asukasmäärään suhteutetun USPTO-patenttimäärän mukaisessa järjestyksessä.

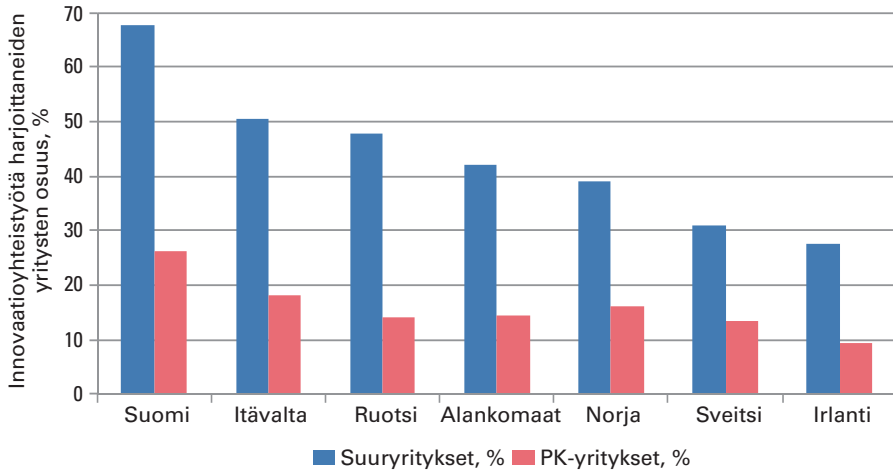
työn toteutukseen nähden. Kun patenttitalastoissa ei eritellä erityyppisiä patenteja ja käsitellään vain niiden kappalemääriä, tarkastelu kertoo todellisesta taloudellisesta vaikuttavuudesta vain viitteellisesti.<sup>55</sup> Tieteen tila 2012 -arvioinnissa on kuitenkin haluttu hieman laajentaa tutkimuksen vaikuttavuuden eri ulottuvuuksien tarkastelua ja patenttitalastoja analysoidaan edellä kuvatut rajoitukset huomioon ottaen.

Sveitsillä on vertailumaista ylivoimaisesti eniten eurooppalaisia EPO-patenteja, 304 kappaletta miljoonaa asukasta kohden kaudella 2009–2011 (kuva 28). Suomi sijoittuu vertailussa kolmanneksi 120 EPO-patentilla miljoonaa asukasta kohden. Suomen EPO-patenttien määrä on kuitenkin pienentynyt kaudella 2009–2011 aikaisempiin

tarkastelujaksoihin verrattuna. Kehitys on ollut samansuuntaista myös Norjassa ja Ruotsissa.

Sveitsillä on eniten myös Yhdysvalloissa myönnettyjä USPTO-patenteja (222 kappaletta miljoonaa asukasta kohden kaudella 2009–2011, kuva 29). Suomella oli enemmän USPTO-patenteja kuin EPO-patenteja, 202 kappaletta miljoonaa asukasta kohden kaudella 2009–2011. Tämä oli vertailumaista toiseksi eniten. Suomen USPTO-patenttien määrä on kasvanut vuosina 2003–2011. Kaikki muutkin vertailumaat ovat onnistuneet kasvattamaan Yhdysvalloissa myönnettyjen patenttiansa määrää tarkastelujakson aikana.

<sup>55</sup> Alanen Aku 2005. Patenteilla mitaten olemme huipulla. Tilastokeskuksen Tieto-aika-lehti. Verkkoartikkeli, [http://www.stat.fi/tup/tieto-aika/ta\\_04\\_05\\_patentit.html](http://www.stat.fi/tup/tieto-aika/ta_04_05_patentit.html), elokuu 2012.



**Kuva 30.** Innovaatioyhteistyötä korkeakoulusektorin organisaatioiden tai tutkimuslaitosten kanssa harjoittaneiden yritysten osuus (%) kaikista innovatiivisista yrityksistä yritys-koon mukaan 2006–2008.

Lähde: OECD 2011. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011.

Huomautukset: OECD:n tiedot perustuvat Eurostatin koordinoimaan CIS 2008 -kyselyyn (Community Innovation Survey) sekä osin kansallisiin tietolähteisiin. Tanskan tiedot puuttuvat.

### Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset yritysten yhteistyökumppaneina

Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten tutkimustoiminnan vaikuttavuutta voidaan tarkastella myös vertailemalla eri maiden innovatiivisia yrityksiä sen mukaan, ovatko ne tehneet innovaatioyhteistyötä tutkimusorganisaatioiden kanssa. Suomi sijoittui

vertailumaiden kärkeen (Tanskan tiedot puuttuvat) sekä suuryritysten että pk-yritysten vertailussa (kuva 30). Suomen innovatiivisista suuryrityksistä 68 prosenttia ja pk-yrityksistä 26 prosenttia oli tehnyt innovaatioyhteistyötä korkeakoulusektorin organisaatioiden tai tutkimuslaitosten kanssa kaudella 2006–2008.





## 2 TIETEEN TILA: TIETEELLISTEN TOIMIKUNTIEN TEKEMÄT ANALYYSIT

### 2.1 Biotieteet ja ympäristön tutkimus

Monet merkittävimmistä ihmiskuntaa koskevista haasteista liittyvät ihmisen ja luonnon välisiin suhteisiin. Niin YK, EU kuin Suomen Akatemiakin ovat tunnistaneeet haasteita, joiden ratkaisemiseksi tutkimus voi luoda tiedollista perustaa. Luonnonvarojen liikakäyttö, fossiilisten polttoaineiden käytöstä johtuva ilmastonmuutos, ihmisen aikaansaama kuudes sukupuuttoaalto ja biodiversiteetin heikkeneminen ovat globaaleja, maailman kaikkia yhteiskuntia koskettavia ongelmia. Myös puhtaan veden vähyys, väestönkasvu ja maan niukkuus riittävään ravinnontuotantoon tai antibioottien runsaasta käytöstä johtuva resistenttien bakteerikantojen kehittyminen ovat laajoja lähes kaikkia ihmisiä koskettavia uhkia. Nämä ongelmat ovat ihmistoiminnan tulosta ja ihmistoimin myös poistettavissa.

Biotieteillä ja ympäristön tutkimuksella on keskeinen tehtävä vastattaessa ihmiskunnan suuriin haasteisiin. Tutkimuksella ja uudella tiedolla luodaan perusta poliittisille linjauksille, jotka vievät kohti ympäristöllisesti, kulttuurisesti ja taloudellisesti kestävämpää tulevaisuutta. Suomalainen biotieteiden ja ympäristön tutkimus on kansainvälisesti korkeatasoista ja osin maailman tieteen ehdottomassa eturintamassa. Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen mahdollisuus löytää vahvoilla aloillamme kestäviä ratkaisuja edellä mainittuihin ongelmiin on erinomainen, mutta edellyttää suomalaisen tutkimuksen ja tutkimusjärjestelmän jatkuvaa kehitystä.

#### **Tutkimusympäristö, rahoitus ja infrastruktuurit**

Laadukkaan tutkimuksen keskeinen edellytys on, että tutkimuksen voimavarat koh-

dennetaan oikein. Suomalaisessa tutkimusjärjestelmässä Euroopan unionin suosituksen mukaisesti käyttöön otettu kokonaiskustannusmalli on synnyttänyt paljon perusteltua kritiikkiä. Sen on nähty lisäävän yliopistojen byrokrattisuutta ja tarpeetonta valvontaa. Tutkimusrahoituksen osalta malli on johtanut tutkimukselle suoraan kohdentuvan rahoituksen vähenemiseen ja Akatemian rahoittamien yleiskustannusosuuksien kasvuun, minkä tutkijat ovat kokeneet ongelmalliseksi biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnan laboratorio- ja kenttätutkimusintensiivisillä aloilla. Nykymuodossaan kokonaiskustannusmalli on sekä järjestelmätasolla että hankerahoituksessa tehoton eikä kannusta yliopistoja ja tutkimuslaitoksia toimintansa tehokkuuden parantamiseen. EU:n tulevaisuudessa Horisontti 2020 -puiteohjelmassa yleiskustannusten osuus aiotaan rajoittaa kahteenkymmeneen prosenttiin. Tämä sopisi hyvin malliksi myös suomalaiselle tutkimusrahoitukselle ja johtaisi muun muassa Akatemian toiminnan tehokkuuden ja vaikuttavuuden selvään paranemiseen. Akatemialle tulleista hakemuksista voidaan nykyisin rahoittaa vain noin 17 prosenttia. Vuoden 2008 jälkeen hankkeiden läpimenoprosentti on pudonnut miltei puoleen. Muutos on merkinnyt sitä, että huomattava osa kansainvälisesti erinomaisiksi arvioituista hankkeista jää rahoittamatta.

Monilla biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen aloilla nähdään rohkean riskinoton puute rahoituksessa ongelmana. Suomen Akatemian rahoitusinstrumenteista huipputyksikköjen rahoitus on tarjonnut parhaiten mahdollisuuksia uusiin avauksiin ja riskinottoon. Akatemian ja muidenkin rahoittajien tulisi lisätä erityisesti nuorille

tutkijoille kohdistuvaa riskirahoitusta. Rohkeampi riskinotto mahdollistaa myös todelliset uudet avaukset ja yllättävät uudet tulokset. Suuret haasteet edellyttävät usein uusia hahmotustapoja ja tieteidenvälistä yhteistyötä ongelmien ratkaisemiseksi. Samalla ne sisältävät myös merkittäviä epäonnistumisen riskejä.

Suomalaisten tutkijoiden kokonaisrahoitus EU:n eri rahoitusinstrumenteista on lisääntynyt mutta aktiivisuus puiteohjelmiin osallistumisessa on ollut laskusuunnassa. Rahoituksen hakeminen ja siihen liittyvät raportointivelvollisuudet koetaan selvänä rasitteena, joka vähentää varsinaiseen tutkimustyöhön käytettävää aikaa. Yliopistoihin ja tutkimuslaitoksiin tarvitaan yhteistyönä kehitettäviä EU-rahoituksen hankintaan ja käyttöön liittyviä strategisia tavoitteita, joiden toteutumista tuetaan uusilla tukipalveluilla. Keskitettyjen tukipalvelujen avulla voidaan vähentää rahoituksen haun ja käytön muodollisuuksiin käytettyä aikaa ja parantaa suomalaisten hakemusten läpimenon mahdollisuuksia.

Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen hankkeissa voidaan suomalaisella huippututkimuksella vastata tunnistettuihin suuriin haasteisiin. Esimerkiksi metapopulaatiobiologian tutkimuksen huippuyksikön (Helsingin yliopisto) yhteydessä toimivissa EU-/ERC-projekteissa kehitetään menetelmiä, analyysijä ja ohjelmistoja luonnonsuojelun resurssien ekologisesti kestävään kohdentamiseen. Ratkaisuissa otetaan huomioon tasapainoisesti luontoarvot, kustannukset, maankäyttömuodot sekä luonnonsuojelun vaihtoehtoiset toimenpiteet. Jotkut ohjelmistot, kuten Zonation, ovat jo käytössä useissa eri maissa.

Tieteen tila ja taso -raportissa (2009<sup>1</sup>) kiinnitettiin huomiota alan laitteistojen nopeaan vanhenemiseen ja uusimiseen varattujen voimavarojen niukkuuteen. Infrastruktuurirahoitus on edelleen ajankohtainen ongelma, vaikka valtion tulo- ja menoarvioon on sisällytetty uutta rahoitusta tutkimuksen infrastruktuureihin. Esitetty vuotuinen neljän miljoonan euron infrastruktuurirahoitus on ehdottomasti liian vähäinen kaikkien alojen tarpeisiin. Infrastruktuureista riippuvaisilla biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen aloilla tämä on ilmeinen ongelma. Nykyinen infrastruktuurien käyttö on hajaantunutta ja osin tehontonta. Kokonaisuuden ja yhteisten tarpeiden hahmottaminen ja yhteisten kansallisten strategioiden luominen infrastruktuurien hankinnalle ja käytölle mahdollistaisi sekä käytön tehokkuuden optimoimisen, vakinaisen henkilökunnan palkkaamisen että mahdollisuuden infrastruktuurien uusimiseen ja pitkäjänteiseen kehittämiseen. Suomen Akatemialla on tärkeä rooli kokonaisuuden ohjauksessa esitettyjen tavoitteiden pohjalta.

Infrastruktuurien käytön suunnittelussa tarvitaan entistä tiiviimpää kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä. Biokeskus Suomi ja Tieteen tietotekniikan keskus CSC ovat hyviä esimerkkejä tällaisesta laajapohjaisesta infrastruktuuriyhteistyöstä. Biokeskus Suomi edistää biotieteen ja biolääketieteen kehitystä Suomessa tavoitteena koordinoita biokeskusten teknologioiden kehittämistä. Kokemukset keskuksen toiminnasta ovat olleet hyviä, ja sen toiminnan jatkamista ja edelleen kehittämistä pidetään tärkeänä. CSC puolestaan tarjoaa korkeakouluille, tutkimuslaitoksille ja yrityksille tietoteknistä tukea ja resursseja: mallinnus-, laskenta- ja tietopalveluja.

<sup>1</sup> Löppönen Paavo, Lehvo Annamajja, Vaahtera Kaisa ja Nuutinen Anu (toim.) 2009. Suomen tieteen tila ja taso 2009. Suomen Akatemian julkaisuja 9/09.

Suomi on mukana monissa kansainvälisissä yhteistyörakenteissa kuten EMBL, EMBO, Euroopan infrastruktuurihankkeet (mm. LTER ja LTSER) ja CSC:n superlas-kentayhteistyö. Nämä kaikki mahdollistavat kansallisen tason ylittävien infrastruktuurien käytön. Eri alojen tutkijat hyödyn-tävät myös alansa erityisiä kansainvälisiä infrastruktuureja kuten proteiinikristallografiatai merentutkimuksen tutkimusaluksia. Toisaalta tunnistetaan selkeitä tarpeita uusien menetelmien käyttöönottoon, jossa tiiviimmät yhteydet eurooppalaisiin keskuksiin ovat tavoitteena (esim. nanokuvantaminen eurooppalaisessa XFEL-keskuksessa).

Metsätieteet, maataloustieteet sekä ekologia ja ympäristötieteet edellyttävät kenttäkokeita, joissa voidaan hyödyntää Suomen laajaa tutkimusasemien ja koetilojen verkostoa sekä merentutkimuksen ja vesistö-tutkimuksen infrastruktuureja. Viime vuosina hyvin kehittynyttä verkostoyhteistyötä tulee edelleen kehittää.

Suomen kansallisesti keskeisiin infrastruktuureihin kuuluvat SMEAR (Station for Measuring Forest Ecosystem-Atmosphere Relations) ja FinLTSER (Finnish Long-Term Socio-Ecological Research network) tukevat suomalaisen huippututkimuksen edellytyksiä. Hyytiälän metsäasemalla sijaitsevan SMEAR II mittausaseman pitkien aikasarjojen ja monipuolisten mittausmenetelmien avulla selvitetään ilmakehän ja boreaalisten ekosysteemien toimintaa sekä ilmastomuutoksen ja biosfäärin välisten takaisinkytkentöjen perusteita. Näiden tietojen avulla voidaan arvioida ilmakehän luonnollisia palautemekanismeja ja selvittää mahdollisia keinoja ilmastomuutoksen torjunnassa.

FinLTSER mahdollistaa pitkäaikaisten aikasarjojen kerryttämisen niin tutki-

muksen kuin seurannan tarpeisiin tällä hetkellä yhdeksällä alueella Suomessa kattaen maaekosysteemejä, makean veden ja murtoveden ekosysteemejä sekä maatalous- ja kaupunkiympäristöjä. Muun muassa Itämeren tilan muutoksen seurantaan ja tutkimukseen on kehitetty älykkäitä järjestelmiä, jotka tuottavat reaaliaikaista tietoa meriympäristön tilasta mallinnsuorituksen ja tilamuutoksen ennakkoinnin käyttöön.

### Tutkijankoulutus

Suomalainen tutkijakoulujärjestelmä on pian kahdenkymmenen vuoden ikäinen. Edellisessä tieteen tila ja taso -raportissa (2009) todettiin tohtorikoulutus hyvin monipuoliseksi, systemaattiseksi ja laaja-alaiseksi. Tutkijakoulujärjestelmä on johtanut alan koulutuksen vahvistumiseen, tuottavuuden kasvuun ja eri yliopistojen ja tutkimuslaitosten yhteistyön tiivistymiseen. Samalla on luotu luontevat vuorovaikutussuhteet alalle kouluttautuville uusille tutkijoille sekä tohtoriopinnoista elinkeinoelämän ja hallinnon tehtäviin myöhemmin sijoittuville asiantuntijoille. Tieteen tila 2012 -arvioinnin osana järjestetyissä bio- ja ympäristötieteiden työpajoissa kannettiin laajasti huolta siitä, että kansallisesti integroidaan järjestelmän edut menetetään, mikäli yliopistot eivät jatkossa pysty riittävään tutkijankoulutusyhteistyöhön. Varsinkin niin sanotuilla pienemmällä aloilla on vahva huoli siitä, miten niiden tutkijankoulutus tulevaisuudessa hoidetaan.

Ruoan turvallisuudella ja terveellisyydellä on suuri merkitys ihmisen terveen arjen kannalta. Ruoan turvallisuuden varmistaminen sekä ravinnon ja terveyden välisten yhteyksien selvittäminen perustuvat alan korkealaatuiseen tutkimukseen. Esimerkiksi mikrobiologisen elintarviketurvallisuuden

huippuyksikön tutkimuksesta merkittävä osa kohdistuu ihmisten suolistomikrobistoon, elintarvikevälikkeisiin sairauksiin, bakteerien ominaisuuksiin sekä isännän ja mikrobien vuorovaikutusmekanismeihin. Ruoan ja sen eri ainesosien merkitystä kansalaisten terveen arjen kannalta on tutkittu myös monessa elintarvike- ja ravitsemustutkimuksen alan ABS-tutkijakoulun väitöskirjatyössä.

Suomalaista tutkijanurajärjestelmää on viime vuosina kehitetty oikeaan suuntaan. Yliopistojen urapolkujärjestelmillä (tenure track) voidaan tukea lahjakkaiden nuorten sijoittumista ja sitoutumista tutkijanuralle. Urapolkupaikkoja on yliopistoissa toistaiseksi liian vähän ja järjestelmää tulisikin vahvistaa. Tämä mahdollistaa myös uusien professorien rekrytoimisen vahvalta pohjalta lähivuosina eläkkeelle jäävien henkilöiden tilalle. FiDiPro-järjestelmän (Finland Distinguished Professor Programme) toimivuutta tulisi arvioida ja kehittää tapoja, joilla myös varhaisemmassa (kolmannen uraportaan) tutkijanuran vaiheessa olevia lahjakkaita tutkijoita voitaisiin rekrytoida Suomeen. Kansainväliset rekrytoinnit mahdollistavat myös täsmärekrytoinnit aloille, joilla Suomessa on osaamisvajetta.

### **Tutkimusyhteistyö ja liikkuvuus**

Useissa bio- ja ympäristötieteitä koskevissa kansainvälisissä arvioinneissa yhtenä Suomen ongelmana on nähty liian vähäinen kansallinen ja kansainvälinen liikkuvuus ja yhteistyö. Suomalainen tutkimusjärjestelmä on kooltaan varsin pieni suuriin tiedemaihien verrattuna, joten kansainvälinen liikkuvuus on tieteen eturintamaan pääsemisen ja siellä etenemisen kannalta erityisen tärkeää. Kansainvälistyminen on hyödyllistä myös yhteiskunnan muihin tehtäviin ja muun muassa liike-elämän palvelukseen sijoittumiselle. Globalisoituva maailma edellyttää kansain-

välisen yhteistyön taitoja erilaisilta asiantuntijoilta tehtävistä riippumatta. Mahdollisuudet päästä esimerkiksi erilaisten kansainvälisten järjestöjen, kuten EU, OECD, YK, Maailmanpankki, FAO, UNEP, UNDP, IUCN, WMO ja HELCOM, tehtäviin paranevat kansainvälistymisen myötä. Eurooppalaisen tutkimusalueen kehittämiseksi yhteistyötä erityisesti muiden Euroopan maiden kanssa tulee lisätä.

Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunta on aiemminkin kiinnittänyt huomiota perheellisten tutkijoiden riittämättömyyden tukeen sekä kotimaahan paluuseen liittyviin ongelmiin. Perhesyiden lisäksi ulkomaille lähtemishalukkuutta heikentää huoli omasta sijoittumisesta ulkomailta paluun jälkeen. Näiden esteiden vähentämiseksi kansainvälisen liikkuvuuden edellytyksiä tulee kehittää niin, että kannustavuus ja palkitsevuus lisääntyvät. Myös kansallista yhteistyötä ja liikkuvuutta tulee edistää. Tohtoriohjelmiin liittynyt yhteistyö on ollut hyvä tapa edistää yhteistyötä ja suomalaisen tutkimusjärjestelmän integraatiota.

### **Yritysyhteistyö**

Nykyisellään monilla bio- ja ympäristötieteiden aloilla ongelmana on puute yritysten liiketaloudellisesta innovaatiokapasiteetista, joka mahdollistaisi vahvemman yritysyhteistyön ja perustutkimuksessa saavutettujen tulosten kehittämisen käytäntöä palveleviksi tuotteiksi ja palveluiksi. Muun muassa elintarviketieteiden tai lääketieteiden sovel-lusalueilla on hyvin vähän suuren luokan yrityksiä, joilla on resursseja kehitystoimintaan ja mahdollisuuksia rekrytoida alalla koulutettuja tohtoreita työvoimaksi. Esimerkiksi Valion, Kemiran, Raision, Nesteen ja suurten metsäteollisuusyritysten kaltaisilla organisaatioilla on riittävä taloudellinen potentiaali merkittäviin tutkimus- ja kehittämistoiminnan panostuksiin. Kasvuyritykset ovat kuitenkin usein pieniä ja niiden

mahdollisuudet rekrytoida alan osaajia ovat rajalliset. Suomen Akatemian ja Tekezin yhteistyön tiivistämistä alueilla, joissa perustutkimus voi luontevasti linkittyä sovelta-vaan yritys yhteistyöpintaan, tulee vahvistaa. Perustutkimusta sisältäviä hankkeita piden-tään yrityksissä usein liian riskipitoisina, jotta niihin oltaisiin valmiita panostamaan riittävästi omia resursseja. Näihin hankkei-siin sisältyy myös suurten hyötyjen mah-dollisuus. Esimerkiksi strategisen huippu-osaamisen keskittymien (SHOK) toiminnan kehittäminen paremmin perustutkimuksen mahdollisuuksia hyödyntävään suuntaan luo uusia mahdollisuuksia yritysten ja yli-opistojen väliseen yhteistyöhön. Myös ul-komaisten yritysten kanssa tehtävää yhteis-työtä tulisi kannustaa etenkin silloin, kun sovellusalalla ei ole kotimaisia yrityksiä.

Suomi on omaksunut maailmantaloudessa osaamisintensiiviseen tuotantoon panosta-jan ja kehittäjän roolin. Tuotteiden lisäksi osaamisintensiiviset palvelut ja asiantunte-muksen vienti muodostavat merkittävän osan Suomen taloudesta ja vientimahdolli-suuksista. Perinteinen asiantuntemusvientii tarvitsee korkeatasoisen tieteen tukea ja selkeää tavoitteellista suunnittelua sekä sen osana tutkijoiden uran kansainvälisen ko-keamustaan merkityksen arviointia. Asi-antuntijatehtäviä ovat esimerkiksi metsä-alalla metsien inventointien kehittäminen, hyvät hallintotavat ja ekologiset tutkimuk-set Brasilian, Kiinan ja Intian kanssa REDD+ -vaatimusten mukaiseen monito-rointiin, raportointiin ja verifointiin.

Antibioottiresistenttien bakteerien ke-hittyminen on tällä hetkellä suuri on-gelma niin ihmisten kuin eläintenkin terveydelle. Mikrobit ovat merkittävä-sä roolissa ravintoketjun alkupäässä ja niiden toiminnan häiriintyessä vaiku-tukset ovat laajakantoisia. Mikrobiolo-gian tutkimus Suomessa on laadukasta, mutta tutkimus on varsin pirstaloitu-

nutta ja toimiva yritys yhteistyö on lii-an heikkoa. Erityisesti tutkimuksen yritys yhteistyötä tulisi tukea esimer-kiksi sateenvarjo-organisaation kautta.

### **Biotieteiden ja ympäristön tutkimusta koskevan tietoisuuden ja tietämyksen kehittäminen**

Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen alo-ja koskeva yleinen tietoisuus on kehittynyt myönteiseen suuntaan. Esimerkiksi aivope-räisten sairauksien ja häiriötilojen merkitys terveydellisenä ja kansantaloudellisenä teki-jänä on edistänyt neurotieteiden laajaa yh-teiskunnallista näkyvyyttä ja johtanut nii-den tunnistamiseen omaksi tieteenalakse-n. Kuitenkin monilla aloilla tarvitaan aktiivista tiedottamista alan tieteellisestä ja yhteiskun-nallisesta merkityksestä. Hämmästyttävän vähälle huomiolle on Suomessa jäänyt Ilkka Hanskille myönnetty Crafoord-palkinto, joka on Nobel-palkintoon verrattava tun-nustus toimikunnan alalla.

Pula bioinformatiikan asiantuntijoista vai-keuttaa biotieteiden ja ympäristön tutki-muksen eri alojen kehitystä. Muun muas-sa monet molekyylibiologian ja genomii-kan läpimurrot edellyttävät bioinformatii-kan mahdollistamaa muutosta tieteenalo-jen toiminnassa ja menetelmällisessä pe-rustassa. Geenisekvensoinnin teknologioi-den kehittyminen on merkinnyt data-ai-neistojen määrän huimaa kasvua. Nopeas-ti kasvavia aineistoja ei pystytä analysoi-maan. Puutetta on sekä osaavista ihmisistä että osin myös laskentakapasiteetista. Tä-män vuoksi monet aineistot jäävät hyö-dyntämättä tai niitä hyödynnetään puut-teellisesti. Bioinformatiikka-alan kehittä-miseksi tulisi tehdä strategia ja siihen tuli-si kohdentaa selviä panostuksia, joilla bio-tieteiden tutkimusyksiköihin ja -ryhmiin saataisiin lisää alan osaajia. Niin suomalais-ten kuin myös ulkomaisten alan osaajien

kysyntä on niin suurta, että vahvimmilla-kin suomalaisilla ryhmillä on vaikeuksia ta-sokkaiden osaajien rekrytoimisessa. Bioin-formatiikka on selkeästi myös tieteenala, jossa hankittu perusosaaminen on hyödyn-nettävissä laajasti esimerkiksi kommuni-kaatioteknologioiden kehittämisessä. Ra-hoituksen saamista alan perustutkimukseen pidetään vaikeana, mikä hidastaa alan kehi-tystä. Suomen Akatemian strategiaan ja suuriin haasteisiin liittyen bioinformatiik-kaa voidaan hyödyntää varsin monilla aloilla muun muassa ikääntymisen tutki-muksessa sekä terveydenhoidon ja hyvin-voinnin tutkimuksessa.

### **Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat**

#### **Vahvuudet**

- Perustutkimus on hyvää kansainvälistä tasoa, osin kansainvälistä huippua.
- Kansainvälisyys on useimmiten luon-teenomainen osa tutkimusta.
- Alan tieto ja osaaminen vastaa hyvin globaaleihin ympäristöhaasteisiin.
- Hankkeet ovat luonteeltaan monitietei-siä ja tieteidenvälisiä.
- Tieteellä ja käytännön sovellutuksilla on läheinen yhteys.
- Suomessa on hyvä kansallinen ja verkos-toitunut tutkijakoulujärjestelmä; useita hyviä tohtoriohjelmiä sekä bio- että ympäristötieteiden aloilla.
- Liikkuvuuteen ja kansainvälistymiseen on rahoitusta saatavilla.
- Urapolkujärjestelmä on käynnistetty tietyissä yliopistoissa.
- Suomalaisten tohtoreiden ja tutkijatoh-toreiden osaamisen taso on kansainväli-sesti hyvä.
- Tohtorit työllistyvät hyvin useimmilla aloilla.
- Yhteiset kansalliset infrastruktuurit ku-ten Biokeskus Suomi.

- Tutkimuslaitosten ja tutkimusasemien pitkät aikasarjat, tietopankit ja tietova-rannot.

#### **Heikkoudet**

- Bioinformatiikan osaajista on puutetta.
- Kokonaiskustannusmallin seurauksena Akatemian rahoituksen matalat läpi-menoprosentit luovat tehottomuutta ja heikentävät motivaatiota.
- Riskirahoitus on vähäistä.
- Tieteenalat hajanaistuvat; kriittinen mas-sa ja kansallinen yhteistyö puuttuvat joillakin aloilla.
- Joillakin aloilla on pulaa tutkijoista ja opiskelijoista, joilla on riittävät matema-tiikan, fysiikan ja kemian taidot.
- Ulkomaisten opiskelijoiden rekrytoin-tistrategia puuttuu.
- Urapolkujärjestelmä puuttuu useimmis-ta yliopistoista.
- Kotimainen ja kansainvälinen liikkuvuus on liian vähäistä (sisäänlämpiävyys).
- Väittelyikä on korkea.
- Infrastruktuurien käytön hajanaisuus ja rahoitusmekanismit joillain aloilla.
- Infrastruktuureiden käyttöön erikois-tunutta henkilökuntaa puuttuu.

#### **Mahdollisuudet**

- Bioinformatiikan osaaminen vahvistuu.
- Korkeatasoinen osaaminen biotalouden ratkaisuisissa.
- Luonnontieteiden ja yhteiskuntatietei-den välinen yhteistyö lisääntyy.
- Konsortiorahoitus lisääntyy.
- Sukupolvenvaihdoksiin liittyy uudistu-mista.
- FiDiPro-rahoitusta nuorempaan mutta jo vakiintuneeseen tutkijanuran vaihee-seen (tutkijanuraportaille 3–4).
- Kansainvälistä yhteistyötä lisätään esi-merkiksi EU-maiden, Pohjoismaiden sekä BRIC-maiden (Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina) kanssa, ja kehitetään sys-temaattisia kansainvälisiä yhteistyö-malleja.

- Varhainen kansainvälistyminen, perheet, ulkomailta paluun tukeminen.
- Kansainvälistä opiskelija- ja opettaja-vaihtoa kehitetään.
- Riskihankkeiden rahoitusmahdollisuuksia lisätään.
- Tutkijoiden ja yritysten yhteistyö lisääntyy tutkimuksessa ja tutkijankoulutuksessa.
- Yritysten kiinnostus tutkimustiedon hyödyntämiseen on kasvussa.

## Uhat

- Perustutkimuksen rahoitus heikkenee (mm. kokonaiskustannusmallin jatkuminen).
- Tieteellisen vaikuttavuuden kasvua ei saada aikaan.
- Määräaikaiset työsuhteet ovat ristiriidassa pitkäjänteisen tutkijanuran kanssa.
- Suomi ei ole kiinnostava paikka ulkomaisille huippututkijoille ja tutkijakoulutettaville.
- Rekrytoinnissa on haasteita, ja motivoituneista tutkijakoulutettavista on pulaa.
- Tutkijoiden motivaatio heikkenee.
- Verkostomaisten kansallisten tohtoriohjelmien purkaminen heikentää koulujen välistä kilpailua ja yhteistyötä.
- Suomalaisten tutkijoiden ja tutkijakoulutettavien liikkuvuus vähenee jatkuvasti.
- Biokeskus Suomen rahoitus heikkenee.
- Laitekanta vanhentuu.
- Tietovarantojen ja aikasarjojen rahoitus loppuu.

## Kehittämisehdotukset

**Bioinformatiikan** osaamisvaje on täytettävä. Suomelle tarvitaan selkeä toimintastrategia lähivuosille, jolla eri biotieteiden aloja koskeva bioinformatiikan osaamisvaje täytetään. Huomiota on kiinnitettävä pitkäjänteisesti muun muassa bioalojen koulutusvaatimuksiin, tieteidenvälisen yhteistyön mahdollisuuksiin, bioinformatiikan jatkokoulutukseen sekä bioinformatikko-

jen kansainvälisiin rekrytointeihin. Tarvitavat voimavarat osaamisvajeen paikkaamiseen tulee osoittaa.

**Infrastruktuurien** optimaalinen käyttö edellyttää entistä tiiviimpää strategiaan pohjautuvaa kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä. Infrastruktuurien kansallisen tiekartan suositukset biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen osalta ovat edelleen relevantteja. Suomen tulee pyrkiä kansainvälisesti johtavaan asemaan niillä aloilla, joilla meillä on jo nykyisin vahvaa osaamista, infrastruktuureja ja tietovarantoja. Suomen LTSER ja sen yhteistyö kansainvälisten LTSER-verkostojen kanssa edistää ympäristötiedon tuottamista, tiedon avointa jakamista ja monipuolista hyödyntämistä eri ekosysteemeistä. Biokeskus Suomen toiminta tulee varmistaa myös tulevaisuudessa ja sen tulee käyttää asemaansa ja koordinaativastuutaan kansallisen tason infrastruktuurien kehittämisessä. Valtio-omisteinen Tieteen tietotekniikan keskus CSC pystyy palvelemaan laajasti biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen aloja tietojärjestelmäratkaisujen, ohjelmistokehityksen ja laskentakapasiteetin tarjoamisessa. Useilla eri aloilla tarvitaan entistä vahvempaa strategista yhteistyötä infrastruktuurien ajantasaisuuden ja käytön optimoimiseksi sekä päällekkäisten investointien karsimiseksi.

**Suomen Akatemian rahoituksen** tehokkuutta tulee parantaa. Nykyisiä rahoituksen läpimenoprosentteja tulee nostaa merkittävästi asiakkaiden – tutkijoiden ja tutkimusryhmien – tarpeettoman työn minimoimiseksi. Yleiskustannusten osuutta rahoituspäätöksissä tulee vähentää. Nykyinen noin 100 prosentin osuus on liian korkea. Läpimenoastetta voidaan nostaa määrittämällä käytettävälle yleiskustannusosuuksille maksimiarvo kuten EU:n tulevassa Horisontti 2020 -puiteohjelmassa, jossa korkein yleiskustannusosuus olisi 20 prosenttia. Suomen Akatemian FiDiPro-rahoi-



tusta tulee kohdentaa nykyistä nuoremmille tutkijoille. Tärkeä kohderyhmä ovat juuri akatemiaturvavaiheen ohittaneet, ulkomailla meritoituneet tutkijat. Rahoitusta niin sanottuihin riskihankkeisiin tulee kasvattaa samoin kuin EU-rahoituksen osuutta tutkimushankkeiden rahoituksessa.

**Kansainväliseen liikkuvuuteen** tutkijanuran kaikissa vaiheissa tulee kannustaa ja myös panostaa. Perheellisten tutkijoiden tukea tulee lisätä ja tasa-arvoiset mahdollisuudet liikkuvuuteen tulee varmistaa sukupuolesta riippumatta. Ulkomaille lähtevän tutkijan kotimaahan paluun ehdot tulee jatkossakin turvata niin, että paluu Suomeen on houkuttelevaa ja mahdollista.

## 2.2 Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimus

### **Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen ominaispiirteet**

Monimuotoisuus kuvaa hyvin kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan toimialaa. Tieteidenvälisyys ja monitieteisyys ovat lisääntyneet, ja tämä on tuonut alan tutkimukseen uusia tutkimusnäkökulmia ja tutkimuksellisia avauksia. Toimikunnan edustamien tieteenalojen menetelmien ja aineistojen kirjo sisältää entistä enemmän esimerkiksi luonnontieteiden menetelmien hyödyntämistä. Humanistisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen tuottamat käsitteet ja näkemykset tulevat vaikuttamaan entistä vahvemmin koko tieteen kentässä.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloja leimaavat kansallisten erityispiirteiden ja kansainvälisyyden yhteenkietoutuminen ja vuorovaikutus. Kansallinen tutkimus ei ole, eikä koskaan ole ollut, pelkästään kansallista, vaan tiedettä tehdään aina kansainvälisessä vuorovaikutuksessa. Leimaa-antavaa on myös, että humanistiset alat ja yhteiskuntatieteet ovat aikaan ja

paikkaan sidottuja, kontekstuaalisia. Kulttuuria ja yhteiskuntaa tutkivien tieteiden kansallinen pyrkimys on oman erityisyyden ymmärtäminen muuttuvassa maailmassa. Suomalaisilla tutkijoilla on erityinen vastuu kansallisen, ja osaltaan myös pohjoismaisen, kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksesta. Tavoitteena on yhtäältä entistä paremmin tuoda suomalainen osallistuminen kansainväliseen tiedekeskusteluun ja toisaalta tutkimuksen pitäminen kansainvälisesti korkeatasoisena. Kansallistenkin kysymysten tutkiminen vaatii kansainvälisessä tiedeyhteisössä tapahtuvan teoria- ja menetelmäkehityksen tuntemista.

Viime vuosina yliopistot ja tutkimusympäristöt ovat olleet muutosten kohteena. Jatkuvalla rakenteellisella kehittämisellä on kääntöpuolensa: osittain koordinoimaton toiminta on lisännyt erityisesti professorikunnan työtaakkaa ja vähentänyt tutkimusaikaa. Useiden kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen perusrahoituksen riittämättömyys on johtanut siihen, että jopa perustoimintojen ylläpitäminen edellyttää ulkopuolisen rahoituksen hankkimista. Suomen Akatemia on edelleen toimialan keskeisin ulkopuolinen rahoittaja, vaikka esimerkiksi EU-rahoituksen merkitys on kasvanut erityisesti yhteiskuntatieteellisillä aloilla.

Tutkijankoulutus on kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alalla selvästi ammatti- maistunut. Valtakunnalliset tutkijakoulut ovat toimineet hyvin ja niiden antama koulutus on laadukasta. Alan julkaisukäytäntöiden muutos jatkuu edelleen, ja kansainvälinen julkaiseminen ja yhteisjulkaiseminen ovat lisääntyneet, vaikka monografioiden ja kokoomajulkaisujen asema onkin vankka muun muassa humanistisissa tieteissä.

Yksi kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen keskeinen tulevaisuuden mahdollisuus on uudenlainen, joustava ja luova, yhteistyö muiden tieteenalojen kanssa.

Erityisesti yhteiskunnalliset ja tieteelliset murrokset luovat mahdollisuuksia alojen uusille tutkimusavauksille. Humanistisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimustiedon tarve korostuu yhteiskunnallisen kehityksen – globalisoituminen, eriarvoistuminen, kompleksisuus – solmukohdissa. Useat Suomen Akatemian määrittelemien suurten haasteiden teemat edellyttävät kulttuuria ja yhteiskuntaa koskevaa tutkimusta.

Julkisen talouden huomattava supistaminen ja koveneva kilpailu tutkimusrahoituksesta ovat vakava uhka kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen tieteenaloille, koska korvaavia rahoituskanavia on edelleen vähän. Tieteen autonomian ja tutkimuksen itseohjautuvuuden väheneminen vaikuttaisivat tutkimusalojen identiteetin ja tutkimustyöedellytysten heikkenemiseen.

### **Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat**

#### **Vahvuudet**

- Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan edustamalla aloilla tutkimuksen ja tutkijankoulutuksen laatu on korkea.
- Ala on monipuolinen ja laaja-alainen, ja eri suuntauksia edustavilla tutkijoilla on hyvä yhteistyökyky.
- Useilla aloilla ovat vakiintuneet, pitkät tutkimustraditiot, vahva teoreettinen perusta ja näkyvä kansainvälinen asema.
- Pienilläkin aloilla on kiinteät kansainväliset yhteydet.
- Useita aloja leimaa monimenetelmällisyys, josta seuraa laajat kytkökset muihin tieteenaloihin, alan tutkijat ovat haluttuja kumppaneita monitieteisiin hankkeisiin.
- Alalla on tasokas tutkijankoulutus; tohtorit työllistyvät ja sijoittuvat hyvin myös yliopistojen ulkopuolelle yhteiskunnan eri sektoreille (esim. taiteiden

tutkimus, teologia, taloustieteet, kasvatustiede, sosiaalitieteet, oikeustiede).

- Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan alojen ominaispiirteet ovat:
  - Kansallisen ja kansainvälisyyden vuorovaikutus.
  - Asiantuntijuus kulttuuristen identiteettien ja vuoropuhelun ymmärtämisessä.
  - Alan tutkimuksen suuri yhteiskunnallinen vaikuttavuus.
- Toimiala tuottaa sivistyneitä moniosaajia yhteiskunnan palvelukseen.

#### **Heikkoudet**

- Yliopistojen perusrahoitus on riittämättömä, tutkimusta tukevat palvelut vähäisiä ja opetushenkilökunta pieni verrattuna opiskelijamääriin.
- Professoreilla ja muilla pysyvissä työsuhteissa olevilla on heikot mahdollisuudet tutkimuskausiin.
- Tutkimusrahoitus on hankekeskeistä, ja tämä yksipuolistaa tutkimusta; eräillä aloilla rahoituspaine ajaa soveltavaan tutkimukseen.
- Kansainvälinen tutkimusrahoitus on vielä vähäistä: tutkimusta tukevien palveluiden, muun muassa hakuprosesseissa avustavan henkilökunnan, tarve on suuri.
- Infrastruktuurit ovat hajanaisia, valmiiden aineistojen ja rekisterien saaminen tutkimuskäyttöön on ongelmallista korkeiden kustannusten vuoksi.
- Tutkimuksen hankekeskeisyys ei tue riittävän pitkäikäisten tutkimusympäristöjen kehittymistä.
- Kansallinen liikkuvuus on vähäistä huolimatta rakenteellisesta kehittämisestä.
- Kansainvälinen julkaiseminen on toistaiseksi vähäistä, joskin alakohtaiset erot ovat suuria.
- Tutkimusryhmien johtaminen ja hallinnointi ei ole aina ammattimaista.

#### **Mahdollisuudet**

- Yliopistojen rahoitusmalli on muuttamassa laatua korostavaan suuntaan.

- Laajemmat yliopistoyksiköt mahdollistavat uudenlaisen yhteistyön.
- Tieteen kehitys antaa mahdollisuuden uusiin poikkitieteellisiin tutkimusavauksiin ja uudenlaisiin tutkimusasetelmiin, esimerkiksi kokeellisten interventioiden tekemiseen.
- Yhteiskunnan taholta on kasvava tutkimustarve, muun muassa globalisaation ja monikulttuurisuuden luomien haasteiden pohjalta.
- Tieteidenvälinen vuoropuhelu on lisääntynyt, uusia tutkimusrajapintoja tunnistettu, uudenlainen soveltava yhteistyö vahvistunut (esim. luonnontieteellis-tekniisten menetelmien avulla).
- Useat suurten haasteiden teemat ovat humanistis-yhteiskuntatieteellisten tutkijoiden ydinsaamisalueita.
- Kansainvälinen yhteistyö on saanut uusia muotoja ja suomalaisilla on kasvava rooli kansainvälisissä verkostoissa ja tutkimusryhmissä.
- Suomalaisten tutkijoiden kansainvälinen julkaiseminen on lisääntynyt ja suomalaisia on entistä enemmän kansainvälisten keskeisten julkaisujen toimituskunnissa.
- Alan infrastruktuureja (kirjastot, museot, arkistot, tietoaineistot, rekisterit) on kehitettävä kansallisesti (digitalisointi, aineistojen saattaminen systemaattiseen muotoon, aineistojen kartuttaminen, yhteistallennuspaikkojen kehittäminen).
- Niin kutsuttujen urapolkujen (tenure track) ja tutkimusvapaan kehittäminen.
- Tohtorikoulutuksen kehittämistoimet saattavat parantaa jatkokoulutusta.
- Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen tohtoreille on tarvetta yhteiskunnan eri tehtävissä.

## Uhat

- Sivistyksen arvostus saattaa vähentyä yhteiskunnassa, yliopistoja ja tutkimusorganisaatioita uhkaa byrokratisoituminen.
- Humanistisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen identiteetti hämärtyy kiris-

tyvässä kilpailussa.

- Toimintaympäristössä tapahtuvat nopeat, samanaikaiset ja ennakoimattomat muutokset sekä lyhytjänteinen tiedepolitiikka.
- Yksiköiden välinen kilpailu ja koordinoimaton profiloituminen saattavat heikentää tutkimusyhteistyötä.
- Yliopistoja uhkaa resurssipula.
- Perustutkimukseen suunnattu rahoitus vähentyy ja rahoituskanavat myös.
- Yliopistojen kokonaiskustannusmalli johtaa siihen, että vähemmän tutkijoita on palkattuina entistä kalliimpiin hankkeisiin, jolloin rahoitettujen tutkimushankkeiden määrä vähenee entisestään.
- Kansainvälistymispaine voi irtaannuttaa tutkimusta suomalaisesta yhteiskunnallisesta keskustelusta.
- Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen joidenkin alojen uhkana on aputieteellistyminen ja/tai ajautuminen tekniseksi asiantuntijakäytännöksi.
- Julkaisukäytänteet saattavat painottaa tavalla, joka sopii huonosti humanistis-yhteiskuntatieteelliseen tutkimukseen (tulosindikaattorien rakentuminen luonnontieteellisen tutkimuksen ehdoilla).
- Tutkimusaineistojen kustannukset kallistuvat, mikä vaikeuttaa niiden saatuutta ja johtaa tutkijoiden eriarvoistumiseen.
- Tutkijanura ei houkuttele, ja eri aloilla on rekrytointiongelmia sekä pätkätöläisyyttä.
- Tohtorikoulutuksen valtakunnallinen yhteistyö vaikeutuu, mikäli tutkijankoulutukseen suunnattu rahoitus vähenee ja uudet rakenteet johtavat epäterveeseen kilpailuun.
- Verkostotohtoriohjelmien tulevaisuus on epävarmaa.

## Yhteenveto

Yliopistojen asema ja siinä tapahtuvat muutokset ovat merkittäviä koko suomalaiselle tutkimusjärjestelmälle. Humanisti-

silla aloilla ja yhteiskuntatieteissä yliopistolainsäädännön uudistuksen yhteydessä syntyneet yhteiset laitokset ovat avanneet uusia tutkimuksellisia mahdollisuuksia, jotka luovat tilaisuuden tieteidenväliselle yhteistyölle. Pelkkä hallinnollinen yhdessä oleminen ei kuitenkaan välttämättä saa aikaa yhteistyötä.

Erällä kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen aloilla liian voimakas tutkimusrahoituksen suuntaaminen on ohjannut tutkimusta ei-tutkimuksellisten tavoitteiden, esimerkiksi mediaehtoisuuden, mukaan. Toisilla, usein pienillä oppiaineilla, joilla on pitkä tutkimusperinne, uhkana on taantuminen, kun oppiaineiden professori jää eläkkeelle. Yliopistojen henkilöstösuunnitelmia tulisi paremmin hyödyntää esimerkiksi pienten alojen kehittämisen näkökulmasta.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen Tieteen tila 2012 -arvioinnin osana järjestetyissä työpajoissa ja pienryhmissä nousi esille paradoksi: alan tutkimuskentän pirstaleisuus kertoo uusiutuvuudesta mutta myös tarpeesta vahvistaa yhteistä kansallista tutkimusstrategiaa. Suomen Akatemian ja yliopistojen strategista kumppanuutta on edelleen vahvistettava.

### **Kehittämisehdotukset**

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan toimenpide-ehdotukset kohdistuvat valtiovallalle, opetus- ja kulttuuriministeriölle, yliopistoille, Suomen Akatemialle ja muille tutkimusrahoittajille.

### **Globaalit haasteet, kansallinen tutkimusjärjestelmä, Suomen Akatemian rahoitus**

- Julkista tutkimusrahoitusta on vahvistettava.
- Kilpaillun tutkimusrahoituksen riittävydestä on huolehdittava.
- Globaalit näkökulmat ja tutkimuksen

eettiset ulottuvuudet on otettava huomioon kansallisessa tiedepolitiikassa.

- Kansallisia tieteitä on tuettava riittävästi ja niiden asema varmistettava.
- Suomen Akatemian ja yliopistojen kumppanuutta on vahvistettava.
- Humanistis-yhteiskuntatieteellisten alojen kansallista strategista suunnittelua on lisättävä.
  - Esimerkiksi toimikunnan järjestämällä seminaarilla tai työpajalla, jossa keskitytään eri alojen tulevaisuuteen ja ajankohtaisiin erityisteemoihin.
- Suomen Akatemian rahoitus on kohdistettava entistä voimakkaammin tieteellisesti korkeatasoisille tutkimusryhmille ja tutkijoille ottaen kuitenkin huomioon nousevat tai kehitymässä olevat alat.
- Suomen Akatemian olisi kannustettava tutkijoita riittävän kunnianhimoisiin hankkeisiin ja tutkimusta uudistaviin avauksiin ja tieteidenväliseen yhteistyöhön.
- Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen osaamista on markkinoitava strategisen huippuosaamisen keskittymille (SHOKeille) ja tutkijakunnan on puolestaan hyödynnettävä nykyistä paremmin SHOK-yhteistyötä.

### **Tutkijanura ja tohtorinkoulutus**

- Kansallista yhteistyötä on lisättävä sujuvoittamalla yliopistojen yhteistyötä ja selkiyttämällä tohtoriohjelmien pelisääntöjä.
- Tutkijanuran houkuttelevuutta on vahvistettava:
  - Suomen Akatemia ottaa paremmin huomioon tutkimuksen tukitoimet, kuten esimerkiksi tutkimuksessa avustavan henkilöstön tarpeen, hankerahoituksessaan.
- Niin kutsutut urapolku- ja tutkimusvaapajärjestelmät on turvattava.
  - Suomen Akatemian varttunut tutkija-tyyppisen rahoitusmuodon palauttamista on harkittava.

- Kansallinen verkostomainen tohtorikoulu on säilytettävä tohtorinkoulutuksessa.
- Valtakunnallinen tohtorinkoulutus tulee mitoittaa koulutustarvearviointeja hyödyntäen.
  - Tohtorimitoituksessa on otettava huomioon, että tohtoreiden sijoittuminen eri yhteiskunnan sektoreille vaihtelee eri tutkimusaloilla.
- On huolehdittava siitä, että kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen alojen jatko-opintoja voi jatkossakin harjoittaa myös ilman täysipäiväistä tutkijakoulurahoitusta.

### **Kansainvälisyys, liikkuvuus ja verkostot**

- Kansainvälisten huippututkijoiden rekrytointia on lisättävä ja laadukasta kansainvälistä yhteistyötä vahvistettava.
- Liikkuvuutta ja verkottumista on vahvistettava.
  - Esimerkiksi tutkimusjaksot ulkomailta on oltava riittävän pitkät.
  - Erityisesti tutkijanuran alkuvaiheessa on kannustettava liikkuvuuteen, esimerkiksi jatkokoulutus suunnitelmaan on sisällytettävä tutkimuskausi ulkomailla.
- Kansainvälisen tutkimusrahoituksen hakemista on tehostettava, esimerkiksi jakamalla hyviä käytänteitä.
- Kansainvälisen julkaisemisen edellytyksiä on parannettava.
- Pohjoismaista yhteistyötä ja verkostoitumista on vahvistettava.

### **Tutkimuksen infrastruktuurit**

- Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimialan tutkimusinfrastruktuureja on vahvistettava sekä niihin liittyvää osaamista lisättävä.
- Kirjastojen aineistoja on kartutettava ja palveluja lisättävä.
- Tutkijoita on kannustettava uusien kansallisten infrastruktuurihankkeiden luomiseen.

- Esimerkiksi laaja-alaisia yhteistalennuspaikkoja, kuten Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto (Tampereen yliopisto), on vahvistettava.
- Tilastokeskuksen aineistojen saatavuutta on parannettava.
  - Esimerkiksi järjestämällä kolmikantaneuvottelut (Tilastokeskus, UNIFI ry sekä opetus- ja kulttuuriministeriö ja Suomen Akatemia), joiden tavoitteena on Tilastokeskuksen aineistojen monipuolisempi hyödynnettävyys ja aineistojen kohtuuhintaisen käytön edistäminen.
- Julkisilla varoilla kerättyjen aineistojen käyttö tutkimustarkoituksiin on saatava tutkijoille maksuttomaksi.
- Markkinaehtoisesti toimivien aineistojen, lisenssien ja kirjastotietokantojen kustannukset on otettava huomioon tutkimusrahoituksessa.

Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta pitää erittäin tärkeänä sitä, että sen edustamien alojen tutkimus kehittyä ja näkyä yhteiskunnassa. Sivistysyliopiston roolin, tieteen autonomian ja tutkijalähtöisen perustutkimuksen vahvistaminen ovat toimikunnan keskeiset tavoitteet.

## **2.3 Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimus**

### **Toimintaympäristön muutos**

Luonnontieteiden ja tekniikan tieteenalojen kannalta merkittävimmät tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan (TKI) toimintaympäristön muutokset ovat viime vuosina olleet uusi yliopistolaki ja yliopistouudistus, strategisen huippuosaamisen keskittymien (SHOK-järjestelmän) voimistuminen ja vakiintuminen, sektoritutkimuksen rakenteiden uudistuminen sekä globalisaation ja lisääntyneen kansainvälisen kilpailun asettamat haasteet.

Yliopistoudistuksen vaikutuksia ei vielä voi täysin ennustaa. Yliopistot ovat saaneet enemmän liikkumavaraa taloudenpitoon, ja niiden rahoituksesta on tullut pitkäjänteisempää. Valtiovalta edellyttää yliopistoilta profiloitumista ja rakenteellista kehittämistä. Profiloitumista auttavat tieteenalojen ja yliopistojen ulkoiset arvioinnit. Liiallinen profiloituminen voi aiheuttaa myös ongelmia: uusien nousevien alojen synty vaikeutuu, samoin liikkuvuus kotimaassa.

SHOKit ovat vakiinnuttaneet toimintansa. Niistä saadut kokemukset ovat osoittautuneet ristiriitaisiksi. Perustutkimuksen asema SHOK-rahoitteisessa tutkimuksessa on käytännössä heikko, vaikka tahtoa huippututkimuksen tukemiseen olisikin.

Tutkimuslaitosten tehtävät ja asema tutkimuskentässä ovat keskustelunalaisia. Hyvin toimivat tutkimuslaitokset ja niiden sekä yliopistojen yhteistyö on tärkeää. Tutkimuslaitosten ja yliopistojen yhteisen foorumin luominen loisi paremmat mahdollisuudet yhteistyöhön kaupallisen ja julkisen sektorin kanssa.

Isojen kansainvälisten infrastruktuurien rooli kasvaa monilla aloilla. Suomalaiset eivät ole näissä riittävästi mukana. Niissä tehtävä tutkimus synnyttää huippuluokan julkaisuja ja lisää suomalaisen tutkimuksen kansainvälistä näkyvyyttä. Yleensäkin kansainvälisyyden merkitys korostuu.

Globalisoitunut toiminta vaatii kansainvälistä työnjakoa. Hankkeet ovat isoja, ja osallistukseen niihin on myös toimijan oltava suuri. Suomessa on keskityttävä olemaan parhaita vain joillakin tärkeillä aloilla. Globaalit yritykset ovat jossakin määrin alkaneet hankkia yksiköitä Suomesta. Tätä kehitystä tulisi tukea huipputeknologian keskittymien luomiseksi ja vahvistamiseksi.

## Kansainvälinen toiminta

Suomalaisten luonnontieteiden ja tekniikan alojen tutkijoiden liikkuvuus ulkomaille on edelleen liian vähäistä. Kannustimia ulkomailta oleskeluun tulee kehittää. Lyhyemmätkin oleskelukaudet voivat olla hyödyllisiä ja olisivat usein houkuttelevampia perheellisille tutkijoille. Myös pohjoismaista yhteistyötä kannattaa tukea, koska se tuo lisäarvoa ja painoa asioiden ajamiseen. Etenkin tekniikan aloilla senioritutkijoiden liikkuvuutta vaikeuttaa se, että he ovat usein hyvin sidoksissa Suomeen lyhytjanteisten soveltavien projektien ja kotimaisten verkostojensa takia.

Yliopistoissa uudet urajärjestelmät, erityisesti urapolkujärjestelmän professorit ja tutkijatohtoripaikat, ovat tehostaneet kansainvälistä rekrytointia. Tavoitteena on nostaa yliopistojen kansainvälisen henkilöstön osuutta kaikilla tasoilla sekä varmistaa, että myös suomalaisella tutkimushenkilöstöllä on riittävä kansainvälinen kokemus esimerkiksi ulkomailta suoritetun tutkijatohtorikauden seurauksena. Suora tutkijoiden välinen yhteistyö on usein menestyksellisempää kuin rahoittajien välinen yhteistyö, jossa kompromissit eivät välttämättä tuo parasta mahdollista hanketta tai Suomen tutkimustrategiaa esille.

Kansainväliset maisteriohjelmat ja yhä lisääntyvä ulkomaalaisten tutkijatohtorivaiheen tutkijoiden rekrytointi Suomeen on kannatettava kehityssuunta. Tämä on tärkeää myös siksi, että suomalaisen nuorison kiinnostus luonnontieteisiin ja tekniikkaan ei ole enää aivan yhtä korkealla tasolla kuin aikaisemmin. EU:n kautta toteutettavia tohtorinkoulutusohjelmia, kuten Erasmus Mundusta ja Marie Curieta, pidetään varsin hyvinä, mutta niitä hyödynnetään Suomessa liian vähän. On tärkeää panostaa myös yliopistojen tukitoimiin ulkomaalaisten rekrytoinnissa.

Kansainvälinen, etenkin EU-tason rahoitus ohjaa tutkimusryhmiä isoihin konsortioihin, joissa teho ei välttämättä ole paras mahdollinen ja hakuburokratia on raskas. Yliopistojen tukea tähän tarvitaan. Yliopistoilla alkaa olla yhteistyösopimuksia sekä tutkimuksen että tutkinto-opetuksen puolella. Näissä myös teollisuusosapuolelle voidaan tarjota koko yhteistyöverkoston asiantuntemus tietyissä rajoissa.

Tutkimuksen kannalta hyvä kehityskulku on, että EU:n uudessa Horisontti 2020 -puiteohjelmassa perustutkimukseen suuntautuvan rahoituksen osuus vahvistuu. Euroopan tutkimusneuvoston (ERC) asema korostuu.

### **SHOKit ja yritysyhteistyö**

Strategisen huippuosaamisen keskittymät ovat vakiinnuttaneet toimintansa. Niistä saadut kokemukset ovat osoittautuneet risiiritiitaisiksi. Perustutkimuksen asema SHOK-rahoitteisessa tutkimuksessa on käytännössä heikko, vaikka tahtoa huippu-tutkimuksen tukemiseen olisikin. Tutkijalähtöisille pitempiaikaisille tieteellisille hankkeille ei SHOK-toiminnassa ole hyviä mahdollisuuksia. SHOKit eivät tuota kansantaloudellisesti järkevää maailmanluokan tutkimustulosta, ja useat tutkimuksen huipuryhmät ovat kokonaan SHOK-rahoituksen ulkopuolella. Suomen Akatemian SHOK-hankkeet saattavat tuoda tähän parannusta. Toisaalta SHOK-konsepti on lisännyt yritysten mahdollisuuksia pitkäjänteiseen TKI-toimintaan ja yleisesti kasvattanut yliopistojen ja yritysten yhteistyötä.

Yliopistojen tai tutkimuslaitosten ulkopuolisen rahoituksen osuus tutkimuksessa on Suomessa kansainvälisesti verraten runsas. Tämä rahoitus on usein melko sirpaloitunutta ja lyhytjänteistä. Se johtaa tutkimusryhmien riskinottokyvyn heikkenemiseen. Etenkään rahoittavilla yrityksillä ei ole kykyä tai halua investoida tutkimuksel-

lisiin riskihankkeisiin, joiden tuotokset ovat epävarmoja tai aikajänne pitkä. Nykyiset rahoitusmallit tekevät rahoituksesta erittäin tiukkaa, jolloin resurssien löytäminen kehitystyön viemiseksi akateemisen julkaisun tai tutkintotyön lopputuloksen muotoon saattaa jäädä tekemättä. Tarve olisi myös panostaa koulutukseen, jonka avulla saataisiin tutkimustyössä syntyvät keksinnöt ja innovaatiot paremmin hyödynnettyä joko olemassa olevien tai spin off -yritysten kautta. Nykyisin spin off -yrityksiä ei synny riittävästi panostuksiin nähden. Teollisuus tarvitsee hyviä ja monipuolisia tohtoreita, jotta onnistumme pitämään tuotannon ja tuotekehityksen Suomessa ja yritysten ulosliputuksen uhka lievenee. Koulutuksessa pitäisi keskittyä opettamaan oppimisen välineitä; työpaikat, teollisuus ja teknologiat muuttuvat ja kehittyvät nopeasti ja olemassa oleva tieto vanhenee ja käy riittämättömäksi entistään nopeammin.

Julkisilla rahoitusorganisaatioillakin on vaikeuksia tunnistaa riskejä sisältäviä uusia avauksia. Voimakas kilpailu tutkimusrahoituksesta ohjaa julkiset rahoittajat turvallisiin valintoihin – ääritilanteessa vain absoluuttiset, jo tunnistetut huiput voivat saada rahoitusta. Tällöin mahdollisuudet uusiin avauksiin kutistuvat. Riippuvuus ulkopuolisesta rahoituksesta ajaa tutkimusta monitieteisempään ja soveltavampaan suuntaan, jolla on positiivisiakin vaikutuksia, mutta etenkin luonnontieteissä alan keskeinen perustutkimus saattaa sen seurauksena kärsiä.

### **Tutkimusryhmien koko**

Tutkimusryhmien ja konsortioiden optimaalinen koko voi vaihdella suuresti eri aloilla. Kansainvälinen rahoitus ja liian leimallinen ylhäältä ohjautuva lähestymistapa ohjaavat suurten konsortioiden muodostumiseen, joissa teho ei välttämättä ole

paras mahdollinen. Henkilökohtaisten kontaktien varaan rakentuneet yhteisöt, joilla on selkeä fokus, ovat tehokkaita tuloksentekijöitä tulos/panosmittareilla mitattuina.

Uudet poikkitieteelliset alat edellyttävät kuitenkin suurempia tutkimusryhmiä ja -kokonaisuuksia. Nykyinen oppiaineprofessorimalli ylläpitää sirpaleisuutta eikä edesauta monialaisten keskittymien syntymistä. Yksikkö-, tiedekunta- ja toimikuntaratajat ylittäviä toimintamalleja tarvitaan tukemaan monitieteisten toimintaympäristöjen kehittymistä.

### **Kansalliset foorumit**

Erityisesti poikkitieteellisillä aloilla, kuten esimerkiksi energiatekniikassa, geotieteissä tai materiaalitieteessä ja -tekniikassa, on tarve kehittää kansallisia foorumeja, jotka pohtivat, miten reagoida sekä alan itsensä kehitykseen että Suomen teollisuusrakenteen muutoksiin esimerkiksi seuraavan 5–10 vuoden aikajänteellä.

Kansallisten tutkijakoulujen korvautuessa yliopistojen tohtoriohjelmilla tarvitaan laajajohjaista keskustelua eri alojen tohtorikoulutusten sisällöistä ja määristä. Useat yliopistot ovat käynnistäneet omia urapolkuohjelmiaan. Yksiköiden ja tiedekuntien päätöksenteon tueksi tulisi kehittää kansallisia keskustelufoorumeja, joissa pohditaan erityisesti monitieteisten alojen urapolkujärjestelmien tulevaisuutta.

### **Koulutus**

Luonnontieteiden ja tekniikan alojen huolena on, että ikäluokkien yhä pienentyessä lukiossa pitkän matematiikan ja eksaktien luonnontieteiden lukijoiden määrä vähennee entisestään. Tällä hetkellä näiden aineiden ylioppilaskirjoituksiin osallistuneiden oppilaiden määrä (pitkän matematiikan

kirjoitti noin 10 000 oppilasta vuonna 2011) on selvästi pienempi kuin yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen aloituspaikkojen määrä (noin 15 000). Luonnontieteiden ja tekniikan aloille ei saada riittävästi tarpeeksi hyviä opiskelijoita. Naisten pieni osuus opiskelijoista osoittaa, että potentiaalia on käyttämättä. Naisten suhteellinen osuus pienenee urakehityksen myötä, eikä asiassa ole tapahtunut myönteistä kehitystä viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Kansalliset tutkijakoulut ovat olleet avainasemassa uusien kansallisten vahvuusalojen luomisessa (esim. laskennallinen tiede). Pie-nillä tieteenaloilla tutkijakoulut ovat antaneet mahdollisuuden kansainvälisesti kilpailukykyisen ja riittävän laaja-alaisen opinto-ohjelman tarjoamiseen. Lisäksi tutkijakoulut ovat merkittävästi lisänneet kansallista verkottumista ja yliopistojen ja tutkimuslaitosten välistä yhteistyötä. Näiden hyötyjen turvaaminen on tärkeää uudistettaessa tohtorikoulutuksen rahoitusjärjestelmää.

### **Tutkimusinfrastruktuurit**

Luonnontieteen ja tekniikan tutkimus edellyttää usein kalliita ja suuria tutkimusinfrastruktuureja, joiden priorisointia varten on tehty kansallinen infrastruktuurien tiekartta. Jatkossa strategiseen suunniteluun tulee sisällyttää myös sellaiset (usein kansainväliset) infrastruktuurit, joita hallinnoidaan itsenäisten organisaatioiden kautta ja jotka siten puuttuvat nykyiseltä tiekartalta. Vähäiset panostukset infrastruktuureihin ovat johtaneet siihen, että Suomi osallistuu muita Pohjoismaita ja Euroopan pieniä maita huomattavasti pienemmällä suhteellisella osuudella kansainvälisiin tutkimusinfrastruktuureihin ja -hankkeisiin, mikä puolestaan näkyy tutkimuksen vaikuttavuuden heikentymisenä esimerkiksi kansainvälisissä viittausindeksien vertailuissa.



Yliopistojen tutkimusinfrastruktuurit ovat nopeasti vanhentumassa, eivätkä yliopistojen investoinnit riitä korvaamaan ja uusimaan laitteistoja riittävällä tahdilla. Kokonaiskustannusmallin käyttöönotto ei ole ainakaan vielä tuonut tähän asiaan riittävää parannusta.

### **Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat**

#### **Vahvuudet**

- Suomessa on useita maailmanluokan tutkimusryhmiä.
- Kansalliset ja kansainväliset yhteydet ovat hyvää tasoa.
- Tutkimuksella on toimivat yhteydet yrityksiin ja taustalla on vahvaa teollisuutta.
- Tutkimuksella on merkittävä yhteiskunnallinen vaikuttavuus.
- Luonnontieteiden ja tekniikan aloilla toimii vahvoja kansallisia tutkijakouluja, joista työllistytään hyvin.

#### **Heikkoudet**

- Suomessa ei ole ollut selkeää infrastruktuuristrategiaa eikä rahoitusmekanismeja infrastruktuureille.
- Kansallinen ja kansainvälinen liikkuvuus on edelleen vähäistä.
- Innovaatioketju ei toimi: tutkimuslähtöisiä ideoita syntyy, mutta niille ei ole hyödyntämismekanismeja.
- Jatko-opiskelijat tekevät valtaosan tutkimustyöstä; tutkijatohtoritason tutkijoita on liian vähän.
- Rahoitus on pirstaleista ja painottuu liikaa sovelluslähtöiseen tutkimukseen erityisesti tekniikan aloilla.

#### **Mahdollisuudet**

- Naisia rohkaistaan entistä aktiivisemmin luonnontieteiden ja tekniikan aloille.
- Kansainvälisiä rahoituslähteitä, kuten EU-rahoitusta, hyödynnetään tehokkaammin.

- Yhteistyötä ja myös rekrytointia BRIC-maiden (Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina) ja muiden nousevien maiden kanssa lisätään.
- Kotimaisia luonnonvaroja hyödynnetään uusilla innovatiivisilla tavoilla.
- Luonnontieteiden ja tekniikan alojen potentiaalia hyödynnetään entistä laajemmin yhteiskunnan suurten haasteiden ratkomisessa.

#### **Uhat**

- Teollisuus siirtää toimintojaan pois Suomesta.
- Tutkimusinfrastruktuurit ja niiden luovat tutkimusympäristöt rapautuvat rahoituksen puutteessa.
- Suomi jättäytyy suurten kansainvälisten tutkimusinfrastruktuurien ulkopuolelle.
- Luonnontieteiden ja tekniikan aloille ei saada osajia riittämättömän rekrytointipohjan vuoksi.
- Tutkimuslaitosten akateeminen tutkimus näivettyy.

### **Kehittämisehdotukset**

#### **Perustutkimuksen asema**

- Perustutkimuksen rahoitusta on vahvistettava, jotta uusien avausten ja riskiä sisältävien tutkimushankkeiden toteuttaminen on mahdollista.
- SHOK-toimintaa tulee suunnata entistä vahvemmin pitkäjänteiseen tutkimukseen. Osa SHOK-tutkimusohjelmien rahoituksesta tulee toteuttaa avoimina hakuina ilman ennalta määriteltyjä tutkimuskohteita.

#### **Liikkuvuus ja kansainvälisyys**

- Suomalaisia tutkijoita tulee kannustaa entistä aktiivisempaan liikkuvuuteen ulkomaille.
- Erityisesti tohtoritasoisten ulkomaalaisten tutkijoiden rekrytointia Suomeen on tuettava ja lisättävä.

## Tutkimusinfrastruktuurit

- Tutkimusinfrastruktuureja varten tulee vakiinnuttaa toimiva päätöksenteko- ja rahoitusmekanismi.
- Kaikki tutkimuksen infrastruktuurit, myös sellaiset, jotka eivät ole kansallisella tai EU:n tiekartalla, tulee ottaa mukaan keskusteluun, kun luodaan kansallista tutkimusstrategiaa.
- Paikallisten infrastruktuurien ylläpito ja uudistaminen tulee kattaa tutkimusorganisaatioiden budjettirahoituksesta.

## Luonnontieteiden ja tekniikan alojen näkyvyys ja merkittävyyden osoittaminen

- Luonnontieteiden ja tekniikan alojen vetovoimaisuutta on lisättävä. Niiden merkittävyydestä globaalien, suurten haasteiden ratkaisemisessa tulee viedä tietoa laajasti yhteiskunnan eri osa-alueille, erityisesti kouluopetukseen.
- Poikkitieteellisille aloille tulee perustaa kansallisia foorumeita, joissa voidaan keskustella alan strategisista linjauksista ja ottaa kantaa alaa koskeviin asioihin, kuten infrastruktuuripäätöksiin sekä tohtorikoulutuksen ja urapolkujärjestelmien koordinoimiseen.

## 2.4 Terveyden tutkimus

### Suomalaisella terveyden tutkimuksella on vahva asema kansainvälisesti

Suomalainen terveyden tutkimus on korkeatasoista, tuloksellista ja kansainvälistä. Useilla terveyden tutkimuksen osa-alueilla suomalainen tutkimus on vakiinnuttanut kansainvälisesti arvostetun aseman. Tutkimuksellisia vahvuusalueita ovat esimerkiksi biolääketieteellinen uusia tekniikoita hyödyntävä tutkimus, syöpätutkimus, kliininen diabetestutkimus sekä epidemiologinen tutkimus ja sen uudet muodot. Vahvuuksia on tunnistettavissa elämäntaakan eri vaiheiden tutkimuksessa, esimerkiksi lapsitutkimuk-

sessä ja ikääntymiseen liittyvien neurodegeneratiivisten sairauksien tutkimuksessa. Suomella on vahva perinne myös sairauksien ennaltaehkäisyn tutkimisessa. Ravitsemustutkimus on arvioitu kansainvälisesti korkeatasoiseksi. Farmasia on nopeasti kehittyvä ala, jossa tutkimuksen vahvuuksia ovat esimerkiksi lääkehoitoon ja sen vaikutavuuteen liittyvä tutkimus. Toisaalta on myös aloja, joiden kehitykseen liittyy merkittäviä haasteita. Rekisteritutkimuksessa Suomi on ollut edelläkävijä mutta menettänyt osin kansainvälisen etulyöntiasemansa. Kliinisen tutkimuksen myönteiseen kehitykseen liittyy paljon uhkatekijöitä. Kansainvälisesti korkeatasoisen hammaslääketieteen kehittymistä vaikeuttaa ratkaisevasti pula tohtorikoulutuksen saaneista akateemisista tutkijoista ja opettajista, mikä on seurausta 1990-luvulla alkaneesta lyhytjänteisestä ja poukkoilevasta tiedepolitiikasta.

Kilpailu tutkimuksessa on kiristynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana. Rahoituskehityksen tulisi tulevaisuudessa heijastaa alan kansainvälisesti korkeaa tasoa, tuloksellisuutta ja moninaisuutta. Jos tutkimusedellytykset ovat suotuisat, suomalaisessa terveyden tutkimuksessa on potentiaalia ja mahdollisuuksia kansainvälisesti korkeatasoisiin tuloksiin.

### Tutkimusedellytysten kehittämisestä puuttuu pitkäjänteinen ote

Terveyden tutkimuksen toimintaympäristön heikkoutena on pitkäjänteisyyden puute. Terveyden tutkimusta koskeva tiedepolitiikka ei ole järjestelmällistä ja johdonmukaista. Tutkimusrahoitus on lyhytjänteistä ja pirstaleista. Tämä vaikeuttaa merkittävästi vahvan tutkimusryhmän luomista, joka voi kestää kymmenen vuotta. Joustavat ja tarkoituksenmukaiset tutkimusrahoituskanavat voivat nopeuttaa perustutkimuksen tulosten hyödyntämistä hoitokäytäntöjen kehittämisessä. Toisaalta kliininen työ

tuottaa aiheita uudelle perustutkimukselle. Tieteen kehityksen kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että tutkijalähtöiseen perustutkimukseen on riittävästi voimavaroja.

Yliopisto- ja tutkimuslaitosympäristö on nykyisellään hajanainen. Yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten tulisi suunnitella enemmän yhteistyössä, miten rajallisia voimavaroja voitaisiin yhdistää ja hyödyntää molempien organisaatioiden tutkimuksellisia vahvuuksia. Valtion tutkimuslaitosten panos Suomen terveyden tutkimuksessa on merkittävä. Sektoritutkimuksen uudelleenorganisointi on kuitenkin luonut tilanteen, jossa pitkäjänteisen tutkimuksen asema laitoksissa on heikentynyt. Budjetteja on leikattu ja tutkimusrahoitus on pienentynyt. Osa rahoituksesta on siirretty kehittämistoimintaan. Päätoksenteon tueksi halutaan nopeita selvityksiä ja politiikkatoimien valmistelua tukevaa tutkimusta. Tämä vie aikaa perusteellisemmalta, ennakoivalta tutkimukselta, jota voidaan hyödyntää pitkän aikavälin linjauksissa ja jonka asema on turvattava. Yksi kehittämistoimi on vuonna 2011 käynnistynyt terveyden tutkimuksen alueella toimivien tutkimuslaitosten SOTERKO-tutkimusyhteenliittymä. Se toteuttaa tutkimusohjelmia, joissa tutkimuslaitosten ja yliopistojen tutkimusryhmät verkostoituvat.

### **Nuorten tutkijoiden itsenäistyminen on avain tutkimuksen uudistumiseen**

Suomeen perustettu tutkijakoulujärjestelmä on todettu hyväksi ja toimivaksi. Terveyden tutkimuksen aloilla on toiminut useita, monen yliopiston yhteisiä, verkostomaisia tutkijakouluja. Jos tutkijakoulu- paikkojen rahoitusta ei korvamerkitä yliopistojen perusrahoituksessa, on uhkana, että yliopistot eivät sitoudu enää riittävästi verkostomaisten tutkijakoulujen toimintaan. Suurimpia häviäjiä voivat olla pienet alat, joiden toiminta on vaatinut kansallista koordinoitua (esimerkiksi farmasia, ham-

maslääketiede ja hoitotiede) riittävän kriittisen massan ja laadun saavuttamiseksi. Tohtorikoulutuspaikkojen jakaminen eri tohtoriohjelmille tulee perustua myös jatkossa tieteelliseen arviointiin. Tutkijakoulu-uudistus tähtää entistä selkeämmin siihen, että väitöskirja tehdään nelivuotisessa tohtoriohjelmassa. Opetusresurssit ja väitöskirjojen sisältövaatimukset tuleekin mitoitaa niin, että tämä tavoite on realistinen.

Tutkijatohtorivaiheen tutkijoiden on vaikeaa saada rahoitusta riittävän varhaisessa vaiheessa oman tutkimusryhmän perustamiseen, joka on tavallisesti välttämätön vaihe tutkijan kehittämisessä tiedeyhteisön tunnustetuksi jäseneksi. Rahoitustilannetta vaikeuttaa osaltaan se, että tutkimuksen tekeminen on muuttunut koko ajan kalliimmaksi. Yliopistoissa pitäisi olla enemmän tietyn tutkimuskohteen tai -kysymyksen ympärille syntyneitä tutkimusryhmiä sekä kansallisesti ja kansainvälisesti hyvin verkottuneita tutkimusryhmiä, joissa olisi juuri väitelleitä tutkijoita, kokeneempia tutkijoita ja dosentteja. Näistä ydinryhmistä voi syntyä uusia tutkimusryhmiä tutkimuksen edetessä.

Tutkijanuran kehittämisen painopistettä on Suomessa viime vuosina pyritty siirtämään tohtorin tutkinnon jälkeiseen vaiheeseen. Yliopistot ovat kehittäneet erilaisia urapaketteja ja urapolkujärjestelmän (tenure track) kehittäminen ja käyttöönotto ovat erittäin kannatettavia. Urapolkumalli hyödyttäisi uusien tutkimusryhmien rakentumista. Malli sisältää riittävän kilpailun ja tarjoaa samanlaisesti selkeän vakinaistamispolun ja uranäkymän lahjakkaimmille tutkijoille. Mallissa on kuitenkin vielä hienosäätämistä ja tieteenalakohtaiset erot tulee ottaa huomioon.

### **Kansainvälisen yhteistyön muodot ovat muuttuneet**

Suomalainen terveyden tutkimus on kansainvälistä, minkä osoittaa esimerkiksi suu-

ri määrä kansainvälisiä yhteisjulkaisuja. Suomalaisia tutkijoita halutaan yhteistyökumppaneiksi kansainvälisiin hankkeisiin. Kansainvälisen yhteistyön avulla pienet tutkimusryhmät voivat löytää tutkimuksellisen erityisosaamisalueen ja verkottamalla muiden ryhmien kanssa menestyä kansainvälisessä kilpailussa.

Perinteisesti on korostettu tutkijaliikkuvuuden ja huippututkijan uran välistä yhteyttä. Useat tutkijatohtorit eivät kuitenkaan ole enää halukkaita lähtemään tutkimuskaudelle ulkomaille tai Suomessa toiselle paikkakunnalle. Perheeseen liittyvät järjestelyt voivat olla haastavia. Suomen Akatemian rahoitusmahdollisuudet ja säätiöiden keskitetty tutkijatohtoripooli järjestelmänä kannustavat ulkomailla tehtävään tutkimukseen. Rahoituksen järjestäminen on kuitenkin työlästä ja vie aikaa. Nuoria tutkijoita pitäisi tukea sopivan joustavilla rahoitusjärjestelmillä ja kannustaa liikkuvuuteen.

Kansainvälisen yhteistyön muodot ovat muuttuneet ja monipuolistuneet 2000-luvulla. Tutkija voi korvata pitkän ulkomaisen työskentelyperiodin muutamalla lyhyellä vierailulla ja ylläpitää kansainvälistä yhteistyötään oman tietokonepäätteensä avulla. Osallistuminen isoihin kansainvälisiin projekteihin antaa mahdollisuuden kansainvälisten verkostojen rakentamiseen. Erityisesti niillä aloilla, joilla suomalaisen tutkimuksen taso on merkittävästi vahvistunut, ulkomaiset tutkimusympäristöt eivät enää houkuttele tutkijoita samalla tavalla kuin aikaisemmin.

### **Monimuotoisten infrastruktuurien ylläpito ja uusiminen vaikuttavat ratkaisevasti tutkimuksen tasoon**

Laite- ja aineistoinfrastruktuurien ylläpidon ja uusimisen rahoitus on keskeinen korkeatasoisen tutkimuksen edellytys.

Suomen vahvuutena ovat hienot väestöaineistot ja rekisterit, jotka tarjoavat monella tavoin loistavat ja ainutlaatuiset edellytykset ansiokkaan tutkimuksen tekemiseen. Uutta aineistonkeruuta varten rahoitusta on saatavilla, mutta tällä hetkellä mikään taho ei rahoita pitkäaikaisten seuranta-aineistojen ylläpitoa. Huippututkimuksen edellyttämät tutkimuslaitteet ovat kalliita ja niiden uusiutumistahti on nopea. Rahoitus korkeatasoisiin tutkimusinfrastruktuureihin on edelleen alimitoitettua turvaamaan kilpailukykyisen tutkimusinfrastruktuurin kehittämistä ja ylläpitoa.

Vahvat tutkimusinfrastruktuurit voivat tarjota mahdollisuuksia yhteistyöhön teollisuuden kanssa esimerkiksi tutkimuslaittekehityksessä. Laadukkaat tutkimusinfrastruktuurit voivat mahdollistaa myös tutkimuspalveluiden tuotteistamisen ja kaupallistamisen, mikä voi luoda lisäresursseja tutkimusinfrastruktuurien kehittämiseen ja ylläpitämiseen.

Tutkimus edellyttää tilastollista ja bioinformatiikan osaamista, jonka saatavuus sekä yliopistoissa että tutkimuslaitoksissa on riittämätöntä. Kansainvälinen kehitys ja korkeatasoiset julkaisut edellyttävät kehittyneimpien tilastollisten menetelmien hallintaa ja asiantuntemusta. Biostatistiikan näkökulmasta aineistojen keräämistapojen lisäksi aineistojen laatuun on kiinnitettävä huomiota. Bioinformatiikan osaamisen merkitys on kasvanut ja lisääntyy edelleen uusien teknologioiden tuottamien massiivisten tietomäärien hallitsemisessa ja tulokinnassa. Yliopistoihin ja tutkimuslaitoksiin tarvitaan paikkoja, joissa tutkijatohtori-tilastotieteilijä tai -bioinformatikko voi olla ryhmässä tasaveroisen tutkija ja osallistua projektin tutkimuksiin sekä omalla asiantuntemuksellaan että myös hankkimalla parhaan mahdollisen asiantuntemuksen analyysien tueksi.

Tutkimuksen toimintaympäristö on selvästi aiempaa globaalimpi. Kansallisesti koordinoitu infrastruktuurijärjestelmä on erittäin hyvä malli ja pohja osallistua eurooppalaiseen yhteistyöhön infrastruktuurien kehittämisessä (ESFRI). Terveyden tutkimuksessa tarvitaan yhä enemmän laajoja ja kattavia aineistoja, jotka yhdistetään eri maiden aineistoista. Rekisteriaineistojen hyödyntämistä varten on tarpeen luoda malli aineistojen käyttöoikeuksista kansainvälisissä yhteisprojekteissa.

Biokeskus Suomi toteuttaa merkittävää opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamaa, kansainväliseen arviointiin perustuvaa bioalan rakenteellisen kehittämisen ohjelmaa vuosina 2010–2012. Kyseessä on kansainvälisesti ainutlaatuinen malli ja merkittävä edistysaskel, jossa Suomen biokeskukset yhteistyössä päättävät keskinäisestä työnjaosta, poistavat tarpeettomia päällekkäisyyksiä ja selkiyttävät keskuskohtaiset velvollisuudet bioalan teknologiapalvelujen kehittämisessä ja tarjonnassa. Suomessa biolääketieteen infrastruktuurihankkeiden kansallinen koordinaatio onkin onnistunut hyvin. Uhkakuvana nähdään keskitetyn rahoituksen loppuminen; vaarana on tällöin autonomisten yliopistojen välinen kansallinen ja kansainvälinen kilpailu eikä kansallisesta koordinaatiosta sopiminen.

Sairaaloiden tutkimuslaitteita ei ole helppoa saada tutkijoiden käyttöön. Tutkimuskäyttö ajoittuu kliinisen käytön ulkopuolisiin aikoihin, ja sen pitäisi olla nykyistä selkeästi paremmin tuettua ja riittävän helppoa.

Rekisteritutkimuksen asema on edelleen hyvä ja osaaminen on vahvaa, mutta tietojärjestelmät ja rekisterit ovat jääneet kansainvälisestä kehityksestä jälkeen. Luvat tutkimukseen olisi saatava nopeammin ja rekisterien tutkimuskäytöstä pitäisi poistaa turha byrokratia. Potilastietojärjestelmien

uudistus on jäljessä, ja tietosuojakysymykset saattavat vaikeuttaa tutkimuskäyttöä. Monissa tapauksissa rekisteriaineistot ovat kalliita, ja niiden saaminen yliopistotutkijoiden käyttöön on vaikeaa.

Biopankkilain aikaansaaminen ja sen ansiokas toimeenpano ovat suomalaisen terveyden tutkimuksen kannalta merkittävässä asemassa. Suomeen on saatava lainsäädäntö, joka tukee tutkimuksen tekemistä ihmisperäisellä aineistolla ja tutkimuksen avulla edistää ihmisten terveyttä ja hyvinvointia. Suomalainen laki tulisi lisäksi harmonisoida eurooppalaisen lainsäädännön kanssa.

## **Terveyden tutkimuksen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat**

### **Vahvuudet**

#### *Terveyden tutkimuksen kehitys*

- Useilla terveyden tutkimuksen osa-alueilla suomalaisella tutkimuksella on vahva asema kansainvälisesti.
- Terveyden tutkimuksessa on pitkällä aikavälillä kehittynyt vahva osaaminen. Vahva pohja on mahdollistanut sen, että Suomi on pysynyt mukana kansainvälisessä tutkimusteknologioiden kehityksessä.

#### *Tutkimuksen toimintaympäristö*

- Suomessa on koko väestön kattava, tasokas julkinen terveydenhuoltojärjestelmä ja julkinen yliopistolaitos.
- Väestö on tutkimusmyönteistä ja osallistuu tutkimushankkeisiin – innostus on valitettavasti vähentynyt mutta kohtuullisella tasolla edelleen.

#### *Tohtorikoulutus ja tutkijanura*

- Nykyinen tutkijakoulujärjestelmä on todettu hyväksi ja vahvaksi. Tutkijoiden saaman koulutuksen taso on korkea.
- Tohtorit työllistyvät erittäin hyvin, joillakin aloilla tohtoreita koulutetaan edelleen liian vähän.

### *Kansainvälinen yhteistyö*

- Suomalaiset osallistuvat aktiivisesti kansainvälisiin yhteistyöhankkeisiin. Modernit kommunikaatiomahdollisuudet edesauttavat tutkimusyhteistyötä.

### *Infrastruktuurit*

- Laajat väestökohortit ja sairaaloiden näyttekokoelmat palvelevat tutkimusta.
- Hyvä rekisteri-infrastruktuuri ja tutkimusmyönteinen tietosuojalainsäädäntö mahdollistavat rekisteriaineistojen käytön terveyden tutkimuksen eri aloilla.
- Potilastietorekisterit ovat hyvälaatuisia ja luotettavia.
- Biokeskus Suomen työnjako ja toimintamuodot ovat kehittyneet.

### **Heikkoudet**

#### *Terveyden tutkimuksen kehitys*

- Monilla aloilla osaaminen on harvojen huippuasiantuntijoiden varassa. Heidän jäädessä eläkkeelle tai muuttaessa pois Suomesta osaaminen heikkenee.
- Lääkärin peruskoulutuksen saaneiden tutkijoiden määrä on vähentynyt. Tämä kehitys heikentää mahdollisuuksia translationaaliseen tutkimukseen, jossa keskeistä on tasapainoinen vuorovaikutus perustutkimuksen ja kliinisen tutkimuksen välillä molempiin suuntiin.

#### *Tutkimuksen toimintaympäristö*

- Tutkimusrahoitus on lyhytjännitteistä, pirstaleista ja muutokset saatavilla olevassa rahoituksessa ovat usein koordinoimattomia.
- Kokonaiskustannusmallin käyttöönotto on vähentänyt reaalisesti tutkimushankkeille päätyvää rahoitusta ja lisännyt byrokratiaa.
- Yliopisto- ja tutkimuslaitosympäristö on hajanainen: monella tutkimusalalla tutkimusryhmät ovat pieniä.
- Tutkimukseen liittyvä byrokratia ja tutkimustyötä haittaava muu byrokratia on lisääntynyt.

- Tutkimuksen tukipalvelut kansainvälisen tutkimusrahoituksen hakemisessa, patentoinnin tukemisessa sekä bioinformatiikan ja biostatistiikan hyödyntämisessä ovat riittämättömiä.

### *Tohtorikoulutus ja tutkijanura*

- Tohtorikoulutusvaihe kestää Suomessa liian pitkään, koska tohtorikoulutusvaatimukset ovat kansainvälisesti vertaillen liian laajat.
- Terveyden tutkimuksen aloilla yliopistotutkijoiden palkkataso on kansainvälisesti ja esimerkiksi kliiniseen työhön verrattuna heikko. Tämä vaikeuttaa esimerkiksi lääkäreiden rekrytoimista tohtorikoulutukseen.
- Kliinisten tutkijoiden määrä ja kliininen tutkimus on Suomessa vähentynyt.
- Kliinisillä aloilla ei ole riittävästi kokoaikaisia professuureja ja kliiniset osa-aikaiset professuurit eivät luo nykyisessä järjestelmässä riittäviä edellytyksiä tutkimuksen tekemiseen.

### *Kansainvälinen yhteistyö*

- Eri maiden erilaiset vaatimukset tohtorin tutkinnolle ovat haaste kansainväliselle yhteistyölle tohtorikoulutuksessa.
- Kansainvälistymisen ongelmana on, että nuoret tutkijat eivät enää näe tutkijaliikkuvuuden ja huippututkijan uran välistä yhteyttä. Useat tutkijatohtorit eivät ole halukkaita lähtemään tutkimuskaudelle ulkomaille, vaikka rahoitusta liikkuvuuteen olisi saatavilla.

### *Infrastruktuurit*

- Rekisterien käyttö tutkimuksessa on osin vaikeutunut. Terveysrekisterit ovat jääneet sisällöllisesti jälkeen kansainvälisestä kehityksestä.
- Pitkäaikaisten seuranta-aineistojen ylläpitorahoitus ei ole kansallisesti järjestetty. Rahoitus on ainoastaan hankekoh- taista.

## Mahdollisuudet

### *Terveiden tutkimuksen kehitys*

- Suomessa on vahvaa terveystieteellistä osaamista, mikä mahdollistaa tasapainoisen perustutkimuksen, kliinisen tutkimuksen ja translationaalisen sekä transformatiivisen<sup>2</sup> tutkimuksen kehittämisen. Toimiva tutkimusketju parantaa väestön terveyttä ja palvelujärjestelmän toimivuutta (ks. myös European Medical Research Councils (EMRC) 2011. White Paper II. A Stronger Biomedical Research for a Better European Future).
- Entistä kunnianhimoisemmat tutkimushankkeet mahdollistavat uusien läpimurtojen syntymistä.

### *Tutkimuksen toimintaympäristö*

- Terveiden tutkimuksen rahoituksen lisääminen vaikuttaa myönteisesti tutkimuksen laatuun, terveydenhuollon palvelujärjestelmään sekä ihmisten terveydentilaan (ks. myös EMRC 2011. White Paper II).
- Kotimaisen julkisen tutkimusrahoitusilanteen tiukentuessa aktiivisempi kansainvälisen tutkimusrahoituksen hakeminen, esimerkiksi ERC-rahoitus, vahvistaa tutkimuksen toimintaedellytyksiä Suomessa. Aktiivisempi osallistuminen EU-tutkimusohjelmien valmisteluun edesauttaa saamaan lisää EU-rahoitusta Suomeen.

### *Tohtorikoulutus ja tutkijanura*

- Pohjoismainen ja Euroopan laajuinen yhteistyö lisääntyy tohtorikoulutuksessa, mutta se edellyttää pitkäjänteistä rahoitusta sekä mentoroinnin ja ohjauksen kehittämistä.

- Urapolkujärjestelmän käyttöönotto ja sen luomat uudet, tutkijatohtorikauden jälkeiset urakehityksen mahdollisuudet parantavat edellytyksiä keskittyä tutkimukseen.

### *Kansainvälinen yhteistyö*

- Kansainvälisen yhteistyön avulla pieni tutkimusryhmä voi löytää tutkimuksellisen erityisosaamisalueen ja verkottamalla muiden ryhmien kanssa olla tutkimuksellisesti vahva ja menestyä kansainvälisessä kilpailussa.
- FiDiPro Fellow -rahoitus<sup>3</sup> mahdollistaa tutkimusympäristöjen kansainvälistymistä Suomessa.

### *Infrastruktuurit*

- Suomalaisen terveyden tutkimuksen tason kannalta on elintärkeää olla mukana Euroopan laajuisissa infrastruktuurihankkeissa. Onnistunut integroituminen ESFRI-projekteihin mahdollistaisi kansainvälisen tutkimusrahoituksen saamisen Suomeen.
- Onnistunut biopankki- ja kudoslaki mahdollistaisi näytteiden käytön sekä näytteiden ja rekisteritietojen yhdistämisen tutkimusaineistoina. Se sisältäisi myös tutkimusmyönteisen suostumisprosessin.

## Uhat

### *Terveiden tutkimuksen kehitys*

- Suomalaisessa terveyden tutkimuksessa jäädään suurten virtausten ulkopuolelle puuttuvan infrastruktuurin tai puuttuvien tutkijoiden vuoksi.

<sup>2</sup> NIH:in (National Institutes of Health) mukaan transformatiivinen tutkimus on poikkeuksellisen innovatiivista ja/tai omaperäistä tutkimusta, johon sisältyy usein riskejä mutta samalla potentiaalia vaikuttaa tieteen paradigmojen kehitykseen (<http://commonfund.nih.gov/TRA/>, luettu 30.3.2012).

<sup>3</sup> Finland Distinguished Professor -ohjelman rahoitus tutkijatohtorivaiheen ohittaneille mutta vielä uransa varhaisemmassa vaiheessa oleville huippututkijoille.

### *Tutkimuksen toimintaympäristö*

- Valtion tutkimuslaitosten uudistaminen ja aseman muutos uhkaa heikentää tutkimuslaitosten panosta tutkimus- ja innovaatiojärjestelmässä. Tutkimuslaitos- ja yliopistouudistukset saattavat johtaa tutkimuslinjojen kuihtumiseen.

### *Tohtorikoulutus ja tutkijanura*

- Tohtorikoulutusjärjestelmän muutoksessa uhkana on erityisesti verkostomaisten tutkijakoulujen toiminnan hajautuminen usean yliopiston alaisuuteen. Yliopistojen välinen yhteistyö ja vertaillukehittämisen mahdollisuus esimerkiksi tohtorikoulutuksessa heikkenee kansallisten uudelleenjärjestelyjen myötä.

### *Kansainvälinen yhteistyö*

- Tutkimuksessa jäädään EU:n ja muun kansainvälisen kehityksen ulkopuolelle.
- Suomeen ei onnistuta houkuttelemaan riittävästi hyviä ulkomaisia tutkijoita.

### *Infrastruktuurit*

- Biokeskus Suomen rahoitus vähenee tai loppuu.
- Rekisteritutkimuksen tukikeskuksen (ReTki) rahoitusta ei saada järjestettyä kestäväälle pohjalle.

## **Kehittämisehdotukset**

### **Terveiden tutkimuksen kehitys**

- Perustutkimuksen ja kliinisen tutkimuksen kehityksen tulee olla tasapainossa, jotta voidaan edetä translationaalisesta tutkimuksesta transformatiiviseen tutkimukseen. Toimiva lähestymistapojen ketju vaikuttaa kansanterveyteen ja terveydenhuollon palvelujärjestelmään.
- Terveiden tutkimuksen merkitystä tulee tuoda esille päätöksenteon tietopohjana. Tutkimustiedon vaikuttavuutta tulee li-

sätä sairauksien ehkäisyssä ja terveyden edistämisessä elämänkaaren eri vaiheissa. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota terveyden sosiaalisiin taustatekijöihin, esimerkiksi syrjäytymiseen. Väestön ikääntymässä myös ikääntymisen tutkimuksen merkitys päätöksenteossa korostuu.

### **Tutkimuksen toimintaympäristö**

- Suomeen tarvitaan terveyden tutkimuksen strategia, joka perustuu rakenteiden ja rahoituksen kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmään kuuluvat kiinteästi yhteistyötä tekevät yliopistot ja valtion tutkimuslaitokset. Terveiden tutkimuksen alalla keskeisiä toimijoita ovat myös yliopistolliset sairaalat, joissa tutkimustoimintaa rahoitetaan niin kutsutulla EVO-rahoituksella<sup>4</sup>. Tieteelliseen tutkimukseen suunnatun, laatuun perustuvan EVO-rahoituksen määrä tulisi palauttaa alkuperäiselle tasolle. Usein rakenteellisia uudistuksia mietitään hyvin kapeasti ja päätökset tehdään arvioimatta riittävästi, mitkä ovat niiden vaikutukset tutkimukseen. Yhteistyössä tutkijakunnan kanssa valmistellut rakenteelliset muutokset ja voimavarojen yhdistäminen tukevat tutkimusedellytysten myönteistä kehitystä.
- Tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän toimivuuden takaamiseksi yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten uudistaminen tulisi toteuttaa yhteistyössä tutkijayhteisön, valtioneuvoston, ministeriöiden ja tutkimus- ja innovaationeuvoston kanssa. Keskeistä on, että aktiivitutkijat ovat edustettuina valmistelevis- sa työryhmissä.

### **Tohtorikoulutus ja tutkijanura**

- Terveiden tutkimuksen aloilla tulee edelleen kehittää rahoitusmuotoja, jotka

<sup>4</sup> Sosiaali- ja terveysministeriön erityisvaltionosuudesta (EVO-rahoitus) käytetään nykyisin termiä valtion yliopistotasaisen terveyden tutkimuksen rahoitus.



mahdollistavat oman tutkimusryhmän perustamisen ja siirtymisen ryhmänjohtajaksi.

- Kliinisillä aloilla kehityssuunta on ollut päätoimisista professuureista osa-aikaisiin professorin tehtäviin, jotka eivät luo nykyisessä järjestelmässä edellytyksiä tutkimuksen tekemiseen. Päätoimiset professorit ovat kuitenkin oleellinen laadukkaan tutkimuksen edellytys. Suurilla lääketieteen oppialoilla sekä aloilla, joiden tutkimus vaatii erityistä kehittämistä, tulee olla jokaisessa lääkärikoulutusta antavassa yliopistossa vähintään yksi kokoaikainen professori. Lääketieteellisten tiedekuntien ja yliopistosairaaloitten on kehitettävä yhteistyössä osa-aikaisten kliinisten professorien tehtäväkuvaa siten, että tutkimustyölle varmistetaan riittävästi aikaa. Nämä kehittämistoimet edellyttävät, että tutkimukselle ja koulutukselle taataan riittävät voimavarat.

### Kansainvälinen yhteistyö

- Pieniä tutkimusryhmiä tulee kannustaa verkottumaan kansainvälisesti. Kansainvälisen yhteistyön avulla pieni tutkimusryhmä voi löytää tutkimuksellisen erityisosaamisalueen ja verkottumalla muiden ryhmien kanssa olla tutkimuksellisesti vahva ja menestyä kansainvälisessä kilpailussa.
- Tutkijaliikkuvuuden rakenteita tulee helpottaa, jotta esimerkiksi perheellisten tutkijoiden liikkuvuuden edellyttämät käytännönjärjestelyt voidaan ratkaista sekä liikuttaessa Suomesta ulkomaille että Suomeen.
- Suomen Akatemiaan jätettävien tutkimusrahoitushakemusten rakennetta tulee kehittää niin, että Akatemia-hakemuksen

laatiminen edesauttaa suomalaisten tutkijoiden osallistumista myös kansainvälisiin tutkimusrahoitushakuihin.

### Infrastruktuurit

- Infrastruktuurien jatkuva kehitys Suomessa ja tutkimuspalveluiden tuottaminen edellyttää strategisia linjauksia siitä, miten Suomi osallistuu kansainvälisiin infrastruktuureihin. Yliopistojen perusrahoitus on riittämätöntä tarvittaviin panostuksiin.
- Biokeskus Suomen toimintaa valtakunnallisten terveyden tutkimuksen alan infrastruktuuripalveluiden kehittäjänä ja koordinaattorina tulee jatkaa.
- Rekisteritutkimusta tulee tukea selvittämällä esteet sujuvalle rekisteritutkimukselle Suomessa ja kehittämällä Rekisteritutkimuksen tukikeskusta (ReTKi). Eri tutkimuslupien hankkiminen tulisi olla mahdollista yhdeltä viranomaiselta. Samalla tulee edistää vuosia 2011–2016 koskevan koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelman<sup>5</sup> mukaisesti julkisin varoin kerätyn tiedon mahdollisimman vapaata käyttöä tutkimuksessa. Terveyden tutkimuksessa tämä koskee ainakin Tilastokeskuksen, Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen ja Kelan lääketieteellisiä ja muita tietoja. Myös rekisteritutkimuksen pohjoismaista ja muuta kansainvälistä yhteistyötä tulee kehittää.
- Kliiniseen tutkimukseen tarvitaan maaamme klinisten kokeiden tutkimuskeskus (Clinical Trials Centre), joka tarjoaa tutkijalähtöisten kliinisten kokeiden vaatimat palvelut omakustannushintaan. Suomen ja Ruotsin yhteisessä kliinisen tutkimuksen arvioinnissa<sup>6</sup> paneeli suositteli nimenomaan tällaisen keskuksen perustamista.

<sup>5</sup> Opetus- ja kulttuuriministeriö 2011. Koulutus ja tutkimus vuosina 2011–2016. Kehittämissuunnitelma. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2012:1.

<sup>6</sup> Academy of Finland 2009. Clinical Research in Finland and Sweden. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 5/09.

# 3 SUOMEN AKATEMIAN HANKE- JA TUTKIMUSOHJELMARAHOITUS IHMISKUNNAN JA YHTEISKUNNAN SUURTEN HAASTEIDEN ALOILLA

*Timo Aarrevaara, Arto Aniluoto, Paula Ranne, Reetta Ruotsalainen*

## Tiivistelmä

Suomen Akatemian määrittämät ihmiskunnan ja yhteiskunnan suuret haasteet liittyvät eurooppalaiseen ja pohjoismaiseen tutkimuspoliittiseen keskusteluun. Tässä luvussa kuvatus analyysin tarkoituksena on tuottaa Suomen Akatemialle tietoa sen hanke- ja tutkimusohjelmarahoituspäätösten kohdentumisesta kuuden suureen haasteen alueelle. Aineisto kattaa vuosien 2007–2010 tutkimushankerahoituksesta akatemiahankkeet ja ohjelmarahoituksen, yhteensä noin 436 miljoonaa euroa. Aineiston analyysissä on otettu huomioon tutkimushankkeisiin liittyvä kompleksisuus. Analyysin näkökulmina ovat rahoitettujen hankkeiden kytkeytyneisyys suurten haasteiden teemoihin sekä tutkimushankkeiden vuorovaikutus, kohdentuminen ja kattavuus.

Tulokset osoittavat, että suuret haasteet ovat vahvasti esillä rahoitetuissa hankkeissa. Tämän voidaan tulkita tarkoittavan sitä, että suurten haasteiden alueella tehtävä tutkimus on korkeatasoista, koska se on menestynyt kansainvälisessä vertaisarvioinnissa. Aineiston perusteella on myös osoitettavissa, että tutkijat haluavat tehdä tutkimusta, jolla on yhteiskunnallista relevanssia. Suurten haasteiden teemat ovat usein monitieteisiä, mutta niitä toteutetaan tieteenaloiltaan melko kapeissa tutkimusryhmissä. Tähän voi vaikuttaa myös yksittäisten rahoituspäätösten suuruus. Rahoitettujen tutkimushankkeiden havaittiin kiinnittyneen ennen kaikkea poh-

joisen ilmaston ja ympäristön sekä kestäväns energian teemoihin.

## 3.1 Tausta

Suomen Akatemian hallitus nimesi kesäkuussa 2011 kuusi ihmiskunnan ja yhteiskunnan suurta haastetta: **pohjoinen ilmasto ja ympäristö, kestävä energia, kulttuurien vuoropuhelu, oppiminen ja osaaminen mediayhteiskunnassa, terve arki kaikille sekä väestön ja yksilön ikääntyminen**. Tieteellinen tutkimus on välttämätön, mutta ei riittävä keino suurten haasteiden ratkaisemiseksi. Suomen Akatemian hallituksen määrittämien haasteiden voidaan tulkita vastavan Suomen osalta eurooppalaiseen tutkimusalueeseen ja innovaatiopolitiikkaan liittyviin aloitteisiin. On ilmeistä, että haasteiden nimeäminen voi edistää tutkimuksen kohdistumista yhteiskunnan keskeisten ongelmien alueille, ja ne voivat myös lisätä eurooppalaisten tutkijoiden mahdollisuuksia globaaliin yhteistyöhön.

Toteutetun analyysin tarkoituksena on antaa Suomen Akatemialle välineitä määrittää omaa rooliaan näiden kysymysten ratkaisemisessa. Analyysin tehtävänä on lisätä tietoa suomalaisen tutkimuksen vahvuuksista, heikkouksista ja kehittämiskohteista Suomen Akatemian hallituksen määrittämien kuuden suuren haasteen alueella.

Tarkastelun kohteena ovat myös hankkeiden ja ohjelmarahoituksen kytkeytynei-

syys suurten haasteiden teemoihin sekä suuria haasteita koskevan tutkimuksen vuorovaikutteisuus.

Tutkimushankkeisiin liittyvä kompleksisuus tuottaa osaksi ennakoimattomia tuloksia, jolloin hankkeiden rahoituspäätöksistä ei voida täysin päätellä, kuinka vahvasti yksittäiset hankkeet kohdistuvat suurten haasteiden alueelle. Suurten haasteiden kannalta keskeisiä näkökulmia ovat myös kattavuus ja riittävyys, joista ei toistaiseksi vielä ole saatavilla tietoa. Tämän vuoksi rahoitettujen hankkeiden tulokset ja vaikutukset on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

Suuret haasteet voidaan ymmärtää teemoina, jotka ylittävät tieteenalojen rajoja yhteiskunnan ja ihmiskunnan kannalta olennaisten ongelmien ratkaisemiseksi. Ne on kuitenkin määritelty varsin yleisellä tasolla, joten toimikunnilla on ollut mahdollisuus määrittää ne tarkemmin omien tieteenalojensa näkökulmista.

Suurten haasteiden osoittaminen voi tehdä ongelmista näkyviä ja siten lisätä niiden ratkaisumahdollisuuksia. Optimistinenkin käsitys tieteestä ei kuitenkaan mahdollista ihmiskunnan ja yhteiskunnan suuriin haasteisiin vastaamista yksinomaan tieteen avulla. Tutkimuksen kautta voidaan silti löytää keinoja, joilla yhteiskunnan julkiset ja yksityiset toimijat voivat puuttua esitettyihin ongelmiin. Osassa tieteenaloista rahoitetut hankkeet eivät välttämättä kytkeydy selkeästi määriteltyjen suurten

haasteiden alueille, vaikka hankkeiden teemat olisivatkin keskeisiä toimikuntien rahoituspäätöksissä.

Rahoituksen kohdentumisen osalta erityisenä haasteena on, että tämän analyysin kaltaista toimikuntakohtaista arviointia ei ole koskaan aiemmin tehty. Tämän vuoksi nyt käsillä oleva raportti on luonteeltaan eksploratiivinen, tutkimusmenetelmiä kehittävä.

### 3.2 Aineisto

Analyysin perustana oleva aineisto on kerätty Suomen Akatemian tietokannoista kevään 2012 aikana. Aineistossa on kaiken kaikkiaan 1 373 tutkimushanketta, joille on myönnetty Suomen Akatemian rahoitusta. Aineisto kattaa tutkimushankerahoituksen vain yleiset tutkimusmäärärahat, akatemiahankkeet ja ohjelmarahoituksen kansalliset haut vuosilta 2007–2010, mutta ei Suomen Akatemian virkoja, tutkijankoulutusta, kahdenvälisiä yhteistyösopimuksia, tutkimusohjelmien kansainvälisiä hakuja tai kansainvälisten organisaatioiden rahoitusosuuksia (taulukko 1).

Suomen Akatemian tieteelliset toimikunnat ovat biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen (BY), kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen (KY), luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen (LT) sekä terveyden tutkimuksen (TT) toimikunnat. Analyysissä on sovellettu Suomen Akatemian toimi-

Taulukko 1. Hankkeiden lukumäärä ja rahoitus vuosina 2007–2010.

| Vuosi           | Hankerahoitus |              | Ohjelmarahoitus |             | Yhteensä     |              |
|-----------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|--------------|
|                 | N             | Milj. €      | N               | Milj. €     | N            | Milj. €      |
| 2007            | 331           | 88,1         | 69              | 15,8        | 400          | 104,0        |
| 2008            | 313           | 90,9         | 77              | 16,8        | 390          | 107,8        |
| 2009            | 221           | 89,2         | 96              | 26,1        | 317          | 115,2        |
| 2010            | 222           | 97,5         | 44              | 12,0        | 266          | 109,5        |
| <b>Yhteensä</b> | <b>1 087</b>  | <b>365,7</b> | <b>286</b>      | <b>70,7</b> | <b>1 373</b> | <b>436,4</b> |

kuntien toimialajakoa, jossa tieteenalat on jaoteltu toimikuntien alle. Aineiston pohjalta on rajatusti mahdollista tehdä Suomen tieteen tilaa ja tasoa koskevia havaintoja monitieteisestä näkökulmasta.

### 3.3 Analyysissä käytetty kriteeristö ja tulkinnan lähtökohdat

Suomen Akatemian rahoituksen kohdistumista suurten haasteiden alueelle on arvioitu analysoimalla hankkeiden julkisia kuvia suhteessa haasteiden sisältöihin. Julkisten kuvausten vahvuus on tässä yhteydessä siinä, että ne muodostavat yhtenäisen aineiston. Toisaalta niiden tiiviin informaation muoto on tutkijoille haasteellinen, ja lisäksi julkisten kuvausten käännöksiin (suomi, ruotsi, englanti) voi liittyä ongelmia. Kunkin toimikunnan kaikki hankkeet on kuitenkin voitu arvioida yhtenäisin sisällöllisin kriteerein. Tarkastelun pohjana ovat olleet toimikuntien keväällä 2012 laatimat tarkemmat tulkinnat suurten haasteiden kohdistumisesta tutkimusteemoihin. Näiden yksityiskohtaisten tulkinta-analyysojen avulla on voitu määritellä suurten haasteiden tarkempaa merkitystä toimikunnittain.

Toimikuntien yksityiskohtaiset näkemykset saattavat jossain määrin poiketa toisistaan toimikuntien välillä, mutta eivät niiden sisällä. Hankkeiden arvioinnin toimikunnittain on tehnyt ensin yksi arvioija, joka on ollut sama koko toimikunnan kaikille hankkeille. Sen jälkeen toinen arvioija on itsenäisesti arvioinut ensimmäisen arvioijan työn samoin kriteerein ja paikoin esittänyt muutosehdotuksia, jotka on sen jälkeen käsitelty kaikkien arvioijien yhteistyönä. Kaikki arvioijat ovat samoin yhteistyönä ja eri toimikuntia ristiin arvioiden huolehtineet siitä, että arviot ovat mahdollisimman yhteismitallisia eri toimikuntien välillä ja niiden tutkimien tieteen-

alojen keskenään erilainen luonne huomioidaan.

Osana edellä kuvattua arviointia toimikuntien painotuksista ja tulkinnoista on tullut esiin merkittäviäkin eroja. Eri toimikunnat ovat omissa tulkinta-analyyseissään antaneet samoille suurille haasteille toisistaan selvästi poikkeavia merkityksiä. Esimerkiksi haaste ”kestävä energia” on luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnalla liittynyt aina uusiin energianlähteisiin, älykkäisiin sähköverkkoihin tai ydin-, nano- ja biotekniikan sovelluksiin, kun se biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnalla on voinut liittyä esimerkiksi arktisiin alueisiin, maankäyttöön ja pohjoisiin soihin. Terveiden tutkimuksen sekä kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnalla sama haaste on puolestaan voinut liittyä myös esimerkiksi keski-ikäisten ylipainoon tai solutason energiatasapainoon. Vastaavasti esimerkiksi haaste ”väestön ja yksilön ikääntyminen” on voitu nähdä hyvinkin eri tavoin painotuen luonnontieteen ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan osalta ikääntyneiden ihmisten elämää helpottavaa käytännön teknologiaa, biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnan osalta rappeuttavien neurosairauksien biokemiaa tai terveyden tutkimuksen toimikunnan osalta syntymästä asti lähteviä väestöllisiä elämänkaari-tutkimuksia. Toisaalta ikääntyminen on voinut kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunnan hankkeissa merkitä elämänkaariajattelun mukaisesti esimerkiksi ihmisen henkistä tai sosiaalista kasvua eri elämänvaiheissa.

Hankkeiden kytkeytyneisyyttä (ks. tarkemmin seuraava alaluku) suuriin haasteisiin on arvioitu kunkin haasteen osalta viisiportaisella asteikolla (1, 2, 3, 4, 5), joiden lisäksi on käytetty arvoa 0 silloin, kun arvioinnin perustana oleva tieto on puuttunut täysin esimerkiksi sen johdosta, että aivan

kaikkien hankkeiden kuvauksia ei ole kaikilta vuosilta ollut olemassa sähköisessä muodossa. Käytetyn asteikon arvot 1–5 ovat merkinneet seuraavaa:

- 1 = kuvauksen perusteella hanke ei yksiselitteisesti liity kyseiseen suureen haasteeseen;
- 2 = kuvauksen perusteella hanke ei todennäköisesti liity kyseiseen suureen haasteeseen;
- 3 = kuvauksen perusteella hanke saattaa liittyä tai olla liittymättä kyseiseen suureen haasteeseen, tai kuvaus on siinä määrin riittämätön tai epäselvä, ettei luotettavaa arviota ole voitu tehdä pelkän kuvauksen perusteella;
- 4 = kuvauksen perusteella hanke selvästi liittyy kyseiseen suureen haasteeseen;
- 5 = kuvauksen perusteella hanke liittyy yksiselitteisen vahvasti ja suoraan kyseiseen suureen haasteeseen.

Näin ollen asteikossa arvot 1 ja 2 ovat selvästi lähellä toisiaan, arvot 4 ja 5 ovat selvästi lähellä toisiaan, ja arvo 3 on niiden välissä ollen kuitenkin niistä molemmista selkeästi ”etämmällä” ja perustuen toisinaan hieman toisenlaiseen päättelyyn. Epäselvien, 3-arvoja saaneiden tapausten analyysia on tarkennettu toimikunnittain yhteistyössä Suomen Akatemian tiedeasiantuntijoiden kanssa. Näin ollen arvossa 3 ei ole kyse ”en osaa sanoa” -vaihtoehdosta, vaan asiantuntijoiden arvion avulla tuotetusta näkemyksestä hankkeen sijoittumisesta asteikolle.

Käytetystä asteikosta ja kriteereistä seuraa analyysin ymmärtämisen kannalta useampia merkityksellisiä rajoituksia. Koska asteikko on laadittu ensisijaisesti hankkeiden luokittelua varten, sen pohjalta laskettuihin indeksilukuihin tulee suhtautua suuntaa antavina. Lisäksi on syytä erikseen painottaa, että samasta syystä tällä aineistolla ei ole varsinaisesti mahdollista vertailla toimikuntia toisiinsa tilastollisesti. Tilastollisten

tunnuslukujen (esim. keskiarvot, korrelaatiot) laskeminen tuloksista ei olisi edes lähtökohtaisesti mielekästä, koska arviot hankkeiden kytkeytyneisyydestä suuriin haasteisiin eivät ole eksakteja mittaustuloksia, vaan yhtenäisin kriteerein tehdyn kokonaisharkinnan perusteella tuotettuja sijoituksia.

### 3.4 Hankkeiden kohdistuminen suuriin haasteisiin

#### Hankkeiden kytkeytyneisyys

Tässä yhteydessä kytkeytyneisyydellä viitataan hankkeiden vuorovaikutteisuuteen, jossa toisiinsa temaattisesti kiinnittyneet hankkeet ovat osa tutkimusyhteisöä. Siten ne ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa ja ympäristöönsä. Tiedonmuodostuksen näkökulmasta hankkeiden kehityspolut ovat ennustamattomia ja tiedon kumuloituminen voi muuttaa yksittäisten tutkimusten tavoitteita rahoituskauden aikana. Toisaalta hankkeet, joita ei voida tunnistaa kuuluviksi mihinkään suureen haasteeseen, saattavat silti tuottaa yhden tai useamman haasteen kannalta merkittäviä tuloksia. Aineiston osalta haasteena ovat hankkeet, jotka kytkeytyvät toimikunta-kohtaisiksi tai toimikuntarajoja ylittäviksi konsortioiksi. Konsortioiden rahoitus on Suomen Akatemian hankkeiden osalta vuosittain noin 30 miljoonaa euroa. Myös hankkeiden kokonaislukumäärän ja niiden saaman rahoituksen jakautumisessa toimikunnittain on merkittäviä eroja, jotka seuraava taulukko 2 osoittaa. Toimikuntien sekä hankkeiden lukumäärän että niiden saaman rahoituksen kokonaistaso ei sinällään mittaa kyseisten toimikuntien alueelle sijoittuvien tieteenalojen määrää tai niiden piirissä tehdyn tutkimuksen kokonaisvolyymia, mutta jaetun rahoituksen määrä ja kohdentaminen toimikunnittain suuntaa tutkimuksen kohdistumista.

Taulukko 2. Hankkeiden lukumäärät ja rahoitus toimikunnittain (vuosina 2007–2010).

| Toimikunta | Hankerahoitus |         | Ohjelmarahoitus |         | Yhteensä |         |
|------------|---------------|---------|-----------------|---------|----------|---------|
|            | N             | Milj. € | N               | Milj. € | N        | Milj. € |
| BY         | 198           | 81,4    | 39              | 10,1    | 237      | 91,4    |
| KY         | 243           | 95,4    | 67              | 17,8    | 310      | 113,2   |
| LT         | 421           | 126,0   | 112             | 28,9    | 533      | 154,9   |
| TT         | 225           | 63,0    | 68              | 14,0    | 293      | 77,0    |
| Yhteensä   | 1 087         | 365,7   | 286             | 70,7    | 1 373    | 436,4   |

### Tutkimuksen vuorovaikutus

Konsortioihin on kuulunut karkeasti noin kolmasosa kaikista rahoitetuista hankkeista, joiden määrät selviävät tarkemmin taulukoista 3 ja 4, mutta tämän suhteen toimikunnissa on suuria eroja. Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan alalla konsortioihin on kuulunut lähes puolet rahoitetuista hankkeista, kun taas terveyden tutkimuksen toimikunnan alalla vain neljännes ja biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen sekä kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikuntien alalla vain viidennes. Koska eri tieteenaloille Suomen

Akatemian hakuja varten kootut konsortiot ovat menestyneet rahoitushauissa hyvin, voidaan kysyä, suosiko nykyinen hakujärjestelmä konsortiomuotoisia hakemuksia.

### Hankkeiden kohdentuminen

Hankkeet näyttävät kasautuvan erityisen vahvasti ”pohjoisen ilmaston ja ympäristön” sekä ”kestävän energian” teemojen alueille (taulukko 5). Nämä suuret haasteet sisältävät hankkeita ja konsortioita kaikista toimikunnista. Myös ”terve arki kaikille”-teeman osalta on tunnistettavissa hankkeita kaikista toimikunnista. Muiden suurten

Taulukko 3. Konsortioihin kuuluvien hankkeiden lukumäärä ja rahoitus toimikunnittain (yhteensä vuosina 2007–2010).

| Toimikunta | Hankerahoitus |         | Ohjelmarahoitus |         | Yhteensä |         |
|------------|---------------|---------|-----------------|---------|----------|---------|
|            | N             | Milj. € | N               | Milj. € | N        | Milj. € |
| BY         | 18            | 4,2     | 29              | 7,8     | 47       | 12,0    |
| KY         | 21            | 5,3     | 40              | 9,1     | 61       | 14,4    |
| LT         | 154           | 38,2    | 90              | 22,2    | 244      | 60,4    |
| TT         | 8             | 1,7     | 65              | 13,0    | 73       | 14,6    |
| Yhteensä   | 201           | 49,4    | 224             | 52,1    | 425      | 101,4   |

Taulukko 4. Konsortioihin kuuluvien hankkeiden lukumäärä ja rahoitus vuosittain.

| Vuosi    | Hankerahoitus |         | Ohjelmarahoitus |         | Yhteensä |         |
|----------|---------------|---------|-----------------|---------|----------|---------|
|          | N             | Milj. € | N               | Milj. € | N        | Milj. € |
| 2007     | 59            | 11,6    | 27              | 4,9     | 86       | 16,5    |
| 2008     | 61            | 11,9    | 74              | 15,2    | 135      | 27,1    |
| 2009     | 29            | 8,9     | 79              | 20,0    | 108      | 28,9    |
| 2010     | 52            | 17,0    | 44              | 12,0    | 96       | 29,0    |
| Yhteensä | 201           | 49,4    | 224             | 52,1    | 425      | 101,4   |

**Taulukko 5.** Kuhunkin suureen haasteeseen kiinnittyvien (arvoilla 4 tai 5) tutkimushankkeiden lukumäärä ja osuus kaikista hankkeista toimikunnittain.

|            | Pohjoinen ilmasto ja ympäristö | Kestävä energia | Terve arki kaikille | Kulttuurien vuoropuhelu | Oppiminen ja osaaminen media-yhteiskunnassa | Väestön ja yksilön ikääntyminen |
|------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|---|---------------------------------|
| BY (N=237) | 107 (45 %)                     | 21 (8 %)        | 19 (8 %)            | 2 (1 %)                 | 0 (0 %)                                     | 3 (1 %)                         |
| KY (N=310) | 19 (6 %)                       | 10 (3 %)        | 66 (21 %)           | 87 (28 %)               | 49 (16 %)                                   | 11 (4 %)                        |
| LT (N=533) | 133 (25 %)                     | 226 (42 %)      | 124 (23 %)          | 36 (7 %)                | 141 (26 %)                                  | 37 (7 %)                        |
| TT (N=293) | 2 (1 %)                        | 1 (0 %)         | 159 (54 %)          | 3 (1 %)                 | 1 (0 %)                                     | 56 (19 %)                       |

haasteiden osalta on selvästi haasteellisempaa tunnistaa tieteenalarajat ylittäviä hankkeita. Onko suurten haasteiden kasautuminen pääosin vain joidenkin haasteiden alueelle sitten tulkittavissa heikkoudeksi, jota voidaan korjata rahoitusta tarkemmin kohdistamalla? Kyseessä ei yksiselitteisesti ole vahvuus tai heikkous, sillä rahoitusta haasteiden alueille kohdistavien toimikuntien alueella on jo nyt nähtävissä ratkaistavissa olevia tieteellisiä ongelmia. Oleellisempaa kuin haasteiden asettuminen toimikuntien alueelle on, että suurten haasteiden näkökulmasta olennaisia ongelmia ratkaisemaan pyrkivät hankkeet voivat ylittää tieteenalojen ja samalla Suomen Akatemian toimikuntien rajat. Toisin sanoen laajemmat konsortiot voisivat tuottaa nykyistä suuremman määrän tieteidenvälisiä hankkeita.

Hankkeiden toimikunnittaisesta jakautumisesta voidaan lisäksi havaita, että tietyt haasteet eivät kiinnity lähes lainkaan tiettyjen toimikuntien hankkeisiin. Esimerkiksi ”oppiminen ja osaaminen mediayhteiskunnassa” tai ”kulttuurien vuoropuhelu” eivät kiinnity sen enempää biotieteiden ja ympäristön kuin terveyden tutkimuksen toimikuntien rahoittamiin hankkeisiin. Myös mainituilta harvinaisemmilta tieteenalojen ja haasteiden yhdistelmiltä saattaisi siitä huolimatta löytyä merkittäviä, uusia ja monitieteisiä tutkimusasetelmia, mikäli rahoitushakujia haluttaisiin ohjata ongelmalähtöisesti nimenomaan suurten haasteiden esille tuomien teemojen alueille.

Suuriin haasteisiin kytkeytymisestä voidaan muodostaa indeksi, jossa kukin hankke saa kunkin suuren haasteen osalta arvon 1–5 ja saatu summa jaetaan arvolla 6. Pienimmän, alle 1,5 indeksiarvon saavia hankkeita on 233, mutta indeksiarvon 1,5 ja 2 saavia on 553, ja yli 2 mutta alle 2,5 indeksiarvon saavia on 417. Mielenkiintoista on tarkastella, minkä toimikuntien alueelle sijoittuvat vähintään indeksiarvon 2,5 saavat hankkeet. Niitä on yhteensä 170, joista TT:n alueella 3, BY:n 10, KY:n 29 ja LT:n 129. Näin LT:n hankkeiden erilainen luonne ja keskeinen merkitys haasteisiin vastaamisessa tulee esille myös indeksi-tarkastelulla.

### Hankkeiden kattavuus

Tieteenalojen erilainen perusluonne kuvastuu taulukon 6 haasteiden lukumäärissä selvästi. Jo edellä kuvatun mukaisesti erityisesti biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen sekä terveyden tutkimuksen toimikuntien hankkeet keskittyvät kumpikin lähinnä kahteen haasteeseen. Sitä vastoin selvästi monitieteisempien kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen sekä luonnon-tieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikuntien hankkeiden usein jo lähtökohtainen monialaisuus ja soveltavuus ilmenevät haasteisiin kytkeytymisen jakaumissa selvästi. Lisäksi erityisesti muutaman, tieteen-alapohjaltaan laajan ja useampaan haasteeseen vastaavan konsortion olemassaolo

**Taulukko 6.** Kuinka moneen suureen haasteeseen rahoitetut hankkeet kytkeytyvät (hankkeiden lukumäärä ja prosenttiosuus toimikunnittain vuosina 2007–2010).

| Haasteita | 0            | 1            | 2            | 3          | 4         | 5       | 6       | Yhteensä      |
|-----------|--------------|--------------|--------------|------------|-----------|---------|---------|---------------|
| BY        | 105 (44,3 %) | 112 (47,3 %) | 20 (8,4 %)   | 0 (0 %)    | 0 (0 %)   | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 237 (100 %)   |
| KY        | 113 (36,5 %) | 156 (50,3 %) | 39 (12,6 %)  | 2 (0,6 %)  | 0 (0 %)   | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 310 (100 %)   |
| LT        | 58 (10,9 %)  | 295 (55,3 %) | 146 (27,4 %) | 25 (4,7 %) | 9 (1,7 %) | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 533 (100 %)   |
| TT        | 115 (39,2 %) | 136 (46,4 %) | 40 (13,7 %)  | 2 (0,7 %)  | 0 (0 %)   | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 293 (100 %)   |
| Yhteensä  | 391 (28,5 %) | 699 (50,9 %) | 245 (17,8 %) | 29 (2,1 %) | 9 (0,7 %) | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 1 373 (100 %) |

luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan alalla nostaa toimikunnan useampaan kuin kahteen haasteeseen kytkeytyvien hankkeiden lukumäärät muita toimikuntia selvästi suuremmiksi.

Rahoituksen toimikunnittaista jakautumista hankkeille voisikin tutkia myös siten, että samaan konsortioon kuuluvat hankkeet laskettaisiin vain yhdeksi, erillisiin hankkeisiin rinnastuviksi kokonaisuusiksi. Tällöin esimerkiksi edellisessä taulukossa vahvasti konsortiopainotteinen luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta ei näyttäisi omaavan muita toimikuntia merkittävästi enempää useampiin suuriin haasteisiin samanaikaisesti kytkeytyneitä hankkeita. Toisaalta, koska rahoitus on jaettu nimenomaan kaikille konsortion muodostaville hankkeille erikseen, tällainen tarkastelu ei kuitenkaan missään muussa mielessä olisi mielekäs.

Kokonaiskuva rahoituksen jakautumisesta suuriin haasteisiin kytkeytyneisiin hankkeisiin saadaan, kun vertaillaan toimikunnittaisia rahoituksen kokonaismääriä suhteessa haasteisiin kytkeytymiseen (taulukko 7). Tällöin havaitaan, että luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnan alalla keskimääräistä suurempi osuus, jopa 88 prosenttia rahoituksesta kohdistuu haasteisiin kytkeytyneisiin hankkeisiin, kun taas kaikkien muiden toimikuntien osalta niihin kohdistuu selvästi pienempi osuus, kulttuurin ja yhteiskunnan sekä terveyden tutkimuksen toimikuntien aloilla vajaa kaksi kolmannesta ja biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunnan alalla vain noin puolet. Toisaalta tämä ilmiö on myös suora seuraus siitä, että luonnontieteiden ja tekniikan toimikunnan alaisista hankkeista muita toimikuntia suuremman osuuden katsottiin kytkeytyneen vähintään yhteen tai useampaan suureen haasteeseen.

**Taulukko 7.** Rahoituksen jakautuminen suuriin haasteisiin kytkeytyneiden ja muiden hankkeiden kesken toimikunnittain (vuosina 2007–2010).

|                    | Rahoitusta hankkeille, jotka kytkeytyvät selvästi vähintään yhteen haasteeseen, Milj. € (%-osuus kokonaisrahoituksesta) | Rahoitusta hankkeille, jotka eivät selvästi kytkeydy yhteenkään haasteeseen, Milj. € (%-osuus kokonaisrahoituksesta) | Rahoitusta yhteensä, Milj. € (%-osuus kokonaisrahoituksesta) |
|--------------------|---|--|--|
| BY (N=237)         | 47,5 (52 %)   | 43,9 (48 %)  | 91,4 (100 %)   |
| KY (N=310)         | 71,4 (63 %)   | 41,7 (37 %)  | 113,2 (100 %)  |
| LT (N=533)         | 136,4 (88 %)  | 18,6 (12 %)  | 154,9 (100 %)  |
| TT (N=293)         | 44,9 (58 %)   | 32,1 (42 %)  | 77,0 (100 %)   |
| Yhteensä (N=1 373) | 300,2 (69 %)  | 136,3 (31 %)   | 436,4 (100 %)  |



Kokonaisuutena voidaan siis nähdä, että yli kaksi kolmasosaa kaikista aineistossa olevista, Suomen Akatemian rahoittamista hankkeista on kytkeytynyt selvästi vähintään yhteen suureen haasteeseen. Näin on siitä huolimatta, ettei analyysin kohteena olleita hankkeita useamman vuoden ajalta ole millään tavalla nimenomaisesti suunnattu suurten haasteiden mukaisiksi. Tämä voi kertoa tutkimusryhmien kyvystä löytää relevantteja ongelmia tai tutkimusrahoitusta kohdistavan tiedepoliittisen päätöksenteon painotuksista.

### 3.5 Keskeiset havainnot

Aineiston perusteella voidaan todeta, että suuriin haasteisiin liittyvät teemat ovat vahvasti esillä rahoitetuissa hankkeissa. Tämän voidaan tulkita tarkoittavan sitä, että suurten haasteiden alueella tehtävä tutkimus on korkeatasoista, koska se on menestynyt kansainvälisessä vertaisarvioinnissa. Aineiston perusteella on myös osoitettavissa, että tutkijat haluavat tehdä tutkimusta, jolla on yhteiskunnallista relevanssia. Tieteenalojen erot ovat kuitenkin ilmeisiä sen suhteen, kuinka suurten haasteiden tyyppiin kysymyksiin pyritään vastaamaan. Hankkeet näyttävät kasautuvan pohjoisen ilmaston ja ympäristön sekä kestävän energian haasteiden alueille. Näin olleen suuriin haasteisiin vastaavat hankkeet näyttävät vahvimmin kytkeytyvän luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen sekä biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikuntiin.

Tutkimusryhmillä ei ole hakuvaiheessa ollut tietoa suurten haasteiden sisällöstä. Sen sijaan niitä ovat mahdollisesti ohjanneet aiemmissa rahoitushauissa menestyneitä hankkeita koskevat käsitykset, joita on dokumentoitu mm. tutkimusrahoituksen vaikuttavuutta koskevaan raporttiin (Suomen Akatemia 2006). Sen mukaan riskirahoitus

tulisi osoittaa sellaisille ansioituneiden tutkijoiden uusille avauksille, jotka ovat monitieteisiä ja sijoittuvat tutkimusalueiden rajapinnoille. Yhteiskunnallisia vaikutuksia odotetaan sekä soveltavan että perustutkimuksen alueilta. Suuret haasteet voivat tästä näkökulmasta tarkastellen muovata tulevaisuudessa käsitystä siitä, millä teemoilla relevantti ja vaikuttava tutkimus toteutuu.

Aineiston perusteella vahvuutena voidaankin pitää sitä, että rahoitusta saaneet tutkijat tunnistavat suurten haasteiden kannalta olennaisia ongelmia kaikkien toimikuntien alueilla. Tämä näyttäisi tapahtuvan riippumatta siitä, onko taustalla tutkimusta ohjaavia ohjelmia. Suomen Akatemian tutkimusohjelmat ovat perustuneet tutkijoiden itse esittämiin tutkimusalueisiin, ja tämä näyttäisi lisänneen yksittäisten hankkeiden kiinnittymistä suuriin haasteisiin. Heikkoutena voidaan kuitenkin nähdä se, että kiinnittyminen eurooppalaisiin ja pohjoismaisiin ”Grand Challenges” -teemoihin on toistaiseksi vähäistä. Aineiston perusteella tutkimushankkeiden kansainväliset yhteydet eivät näyttäyty vahvuusalueena, mihin voi vaikuttaa myös Suomen Akatemian toimikuntien luonne nimenomaan kansallisena tutkimusrahoittajana.

Aineisto ei kerro suoraan siitä, onko Suomen Akatemian ihmiskunnan ja yhteiskunnan suuriin haasteisiin kohdistuva rahoitus riittävää. Rahoituksen kohdistaminen nykyistä voimakkaammin suurten haasteiden alueelle voisi myös rajata akateemista vapautta. Tutkijat määrittävät itse tutkimusongelmansa, eivätkä ne useinkaan toista suurten haasteiden teemoja sellaisenaan.

Suurten haasteiden esille nostaminen ei merkitse, että tutkimusongelmiin ja -menetelmiin perustuvaa akateemista vapautta rajoitettaisiin. Siksi toimikunnat ovat itsenäisiä toimien Suomen Akatemian hallituksen määrittelemien tutkimusrahoituspäätösten

perusteiden mukaisesti. Ne mahdollistavat myös tieteenalojen käytännöistä syntyvän, toimikuntapohjaisen toimintatavan. Kukin toimikunta painottaa niitä välineitä, joilla käytettävissä oleva tutkimusrahoitus saadaan tehokkaimmin käyttöön. Niiden toimikuntien alueilla, joissa on vähiten suuriin haasteisiin liittyviä hankkeita, rahoitus on myös pirstaloitunut pienemmille hankkeille. Jos suurten haasteiden teemoihin vastataan eri toimikuntien alueilla kattavasti, se voi merkitä tarvetta nykyistä yhtenäisempiin käytäntöihin.

Kaiken kaikkiaan ihmiskunnan ja yhteiskunnan suuret haasteet ovat vahvasti esillä Suomen Akatemian tutkimusrahoituksen kohdentamisessa. Koska nimetyt suuret haasteet ovat lähtökohtaisesti luonteeltaan monitieteisiä, hankkeiden rahoituksen pirstaloituminen melko pieniin tutkimuskysymyksiin on yllättävää. Toimikuntien käytännöissä on paljon mahdollisuuksia poikkitieteellisyyttä edistävälle ja toimikuntarajoja ylittävälle tutkimusohjelmille.

## Lähteet

Euroopan komissio 2006: Creating an innovative Europe. Report of the Independent Expert Group on R&D and Innovation appointed following the Hampton Court Summit and chaired by Mr. Esko Aho.  
Verkossa: [http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download\\_en/aho\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/aho_report.pdf) (7.8.2012).

Euroopan komissio 2007: The European Research Area: New Perspectives.  
Verkossa: [http://ec.europa.eu/research/era/pdf/era\\_gp\\_final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/era/pdf/era_gp_final_en.pdf) (1.8.2012).

Euroopan komissio 2009: Preparing Europe for a New Renaissance. A Strategic View of the European Research Area. First Report of the European Research Area Board.  
Verkossa: [http://ec.europa.eu/research/erab/pdf/erab-first-annual-report-06102009\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/erab/pdf/erab-first-annual-report-06102009_en.pdf) (7.8.2012).

Euroopan komissio 2009: The Evaluation of the Sixth Framework Programmes for Research and Technological development 2002–2006.  
Verkossa: [http://ec.europa.eu/research/reports/2009/pdf/fp6\\_evaluation\\_final\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/reports/2009/pdf/fp6_evaluation_final_report_en.pdf) (7.8.2012).

Euroopan komissio 2010: The Communication Europe 2020 Flagship Initiative – Innovation Union.  
Verkossa: [http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/innovation-union-communication\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/innovation-union-communication_en.pdf) (5.8.2012).

Nordforsk 2011: A Nordic Contribution to the Grand Challenges Debate.  
Verkossa: <http://www.nordforsk.org/files/a-nordic-contribution-to-the-grand-challenges-debate> (6.8.2012).

Suomen Akatemia 2006: Suomen Akatemian tutkimusrahoituksen vaikuttavuus. Suomen Akatemian julkaisu 11/06.  
Verkossa: [http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/11\\_06%20Tutkimuksen%20vaikuttavuus.pdf](http://www.aka.fi/Tiedostot/Tiedostot/Julkaisut/11_06%20Tutkimuksen%20vaikuttavuus.pdf) (7.8.2012).

Suomen Akatemia 2007: Toimikuntien toimialat.  
Verkossa: [http://www.aka.fi/fi/A/Tutkijalle/Hakeminen/Hakuohjeet\\_/Toimikuntien-toimialat/](http://www.aka.fi/fi/A/Tutkijalle/Hakeminen/Hakuohjeet_/Toimikuntien-toimialat/) (15.6.2012).



# 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITTÄMIS- EHDOTUKSET

## 4.1 Johtopäätökset

Ihmiskunnan suuret haasteet, kuten ilmastomuutos, muut ympäristö- ja energiakyvykkyys, terveys ja hyvinvointi ja kulttuurien vuoropuhelu sisältävät laajoja ongelmia, joiden ratkaisemisessa tieteellinen tutkimus on välttämätön mutta ei riittävä keino. Globaaliin muutokseen vastaaminen edellyttää tieteeltä entistä suurempaa riskinottoa ja rohkeutta uusiin avauksiin. Monitieteisen tutkimuksen merkitys korostuu suurten haasteiden yhteydessä, ja samalla uusien ongelmalähtöisten alojen rooli perinteisten tieteenalojen rinnalla vahvistuu.

Suomalaisen yhteiskunnan hyvinvointi pohjautuu tietoon ja osaamiseen. Suomella on hyvän koulutustason ja siihen perustuvan osaamisen maana edellytykset uudistua ja löytää kestäviä ratkaisuja hyvään elämään. Tieteellisen tutkimuksen rahoittamisen lisäarvo syntyy uudesta tiedosta ja sen sovelluksista ja siitä, että tieteellinen ja taiteellinen tutkimus kouluttaa tutkimustyön osaajia ja asiantuntijoita. Näiden avulla voidaan rakentaa ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä yhteiskunta.

Suomen hallitusohjelmassa (22.6.2011) on tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnalle asetettu neljän prosentin tavoite bruttokansantuotteesta. Suomen 3,73 prosentin osuus vuonna 2011 oli OECD-maiden keskimääräistä osuutta suurempi. Koska talouden epävarmuus heijastuu myös t&k-rahoitukseen, ei merkittäviä lisäpanostuksia t&k-toimintaan ole todennäköisesti lähivuosina tulossa ja asetettu tavoite jäänee saavuttamatta. Julkisen t&k-rahoi-

tuksen osuus on vuonna 2012 arviolta<sup>1</sup> 1,0 prosenttia bruttokansantuotteesta. Tieteen ja sen yhteiskunnallisten vaikutusten kannalta julkinen rahoitus on selkeästi merkittävin rahoituslähde, sillä yksityisen sektorin t&k-rahoitus keskittyy varsin vahvasti kehitystoimintaan.

Kansainvälisellä kilpaillulla tutkimusrahoituksella on kasvava merkitys suomalaiselle tutkimukselle aikana, jolloin yliopistojen rahoitus ja kansallinen kilpailu tutkimusrahoitus eivät kasva ainakaan merkittävästi. Kansainvälisen tutkimusrahoituksen entistä suunnitelmallisempi hyödyntäminen vahvistaa tutkimustoiminnan edellytyksiä ja auttaa Suomea kehittämään tieteellistä osaamistaan. Kilpailu kansainvälisestä tutkimusrahoituksesta on kuitenkin kiristynyt.

Suomessa työskenteli tuhatta työllistä kohden 23 henkilöä tutkimus- ja kehittämistoiminnan tehtävissä vuonna 2010. Tämä on eniten kaikista OECD-maista ja yli kaksi kertaa enemmän kuin EU27-alueella keskimäärin. Merkille pantavaa kuitenkin on, että suurimmalla osalla suomalaisesta t&k-henkilöstöstä ei ole tutkijankoulutusta. Vuonna 2009 Suomessa tutkijankoulutuksen saaneiden osuus t&k-tehtävissä toimivista oli vain 18 prosenttia, mikä oli vähemmän kuin vertailumaissa (Irlanti, Ruotsi, Norja, Itävalta). Osuus on tosin hieman kasvanut vuodesta 2003. Tutkijoiden koulutuksen tasolla on luonnollisestikin suuri vaikutus tutkimuksen laatuun ja vaikuttavuuteen.

Tutkijankoulutuksen sisältöjä ja laajuutta on syytä tarkastella huolellisesti. Tohtoritartpeessa ja työllistyvydessä on vaihtelua

<sup>1</sup> BKT 2012 valtiovarainministeriön ennuste.

alojen välillä. Vain pieni osa väitelleistä tulee sijoittumaan yliopistojen tai tutkimuslaitosten pysyviin tutkijan ja opettajan tehtäviin. Tutkijankoulutuksella on laajaa käyttöä myös tieteen ulkopuolella erilaisissa asiantuntija- ja johtamistehtävissä. Kyky ongelmien analysointiin, aineistojen keruuseen ja analysointiin sekä johtopäätösten tekoon on tarpeen lähes kaikilla yhteiskunnan alueilla, ei vähiten elinkeinoelämässä.

Tämän selvityksen vertailumaista<sup>2</sup> monissa on viime vuosina panostettu entistä voimakkaammin tutkimukseen. Useissa näistä maista on toteutettu yliopistoreformeja, uudistettu yliopistojen rahoitusrakennetta ja panostettu erityisesti kilpailtuun tutkimusrahoitukseen tutkimuskapasiteetin vahvistamiseksi. Tämä on samalla merkinnyt tieteen kansainvälisen kilpailun kiristymistä, mikä näkyy esimerkiksi julkaisumäärien ja viittausedeksien kehityksessä.

Suomen tieteen julkaisumäärät ja viittausedmäärät ovat pysyneet viime vuodet vakaina. Vuosina 2008–2010 Suomessa julkaistiin 15 674 tieteellistä julkaisua, mikä on kuusi prosenttia enemmän kuin 2000-luvun puolivälissä. Asukasmäärään suhteutettuna tämä on Sveitsin ja Ruotsin jälkeen vertailumaista kolmanneksi eniten. Suomen julkaisumäärät ovat kuitenkin pienentyneet kauden 2006–2008 jälkeen.

Vuosina 2008–2010 Suomen julkaisuihin viitattiin kuusi prosenttia enemmän (suhteellinen viittausedeksi 1,06) kuin julkaisuihin maailmassa keskimäärin. Tämä on hieman enemmän kuin vuosina 2003–2005, jolloin Suomen suhteellinen viittausedeksi (1,01) oli maailman keskitasoa. Kaikki vertailumaat ovat sijoittuneet suhteellisen viittausedeksin tarkastelussa maailman keskitason yläpuolelle kaudesta 2005–2007 alkaen.

Laadukkaimman tutkimuksen osuutta voidaan analysoida tarkastelemalla julkaisuja, jotka kuuluvat maailman eniten viittauksia saaneeseen noin kymmeneen prosenttiin kaikista julkaisuista. Suomen julkaisuista yhdeksän prosenttia kuului maailman huippujulkaisuihin vuosina 2008–2010. Tämä on suunnilleen yhtä paljon kuin maailmassa keskimäärin. Suomen kansainvälinen yhteisjulkaiseminen on lisääntynyt merkittävästi 20 vuodessa. Kansainväliset yhteisjulkaisut ovat myös selvästi viitattumpia kuin kansalliset julkaisut.

Suomen tieteen julkaisumäärät ja suomalaiseseen tutkimukseen kohdistuvat viittaukset ovat hyvällä tasolla. Vertailumaiden indekset ovat pysyneet suurin piirtein entisellään: maatasolla muutokset ovat hitaita. Silti on kiintoisaa pohtia esimerkiksi Sveitsin jatkuvan hyvän menestyksen syitä: onko sveitsiläisessä tutkimusrahoituksessa tai yliopistojen käytännöissä sellaisia asioita, jotka olisivat sovellettavissa Suomessa? Sveitsi on tieteessä ollut pitkään tunnettu rahoituksen korkeasta tasosta ja yliopistojen suhteellisen pienistä opiskelijamääristä. Näiden tekijöiden lisäksi viime vuosina sveitsiläiset yliopistot ja tutkimuslaitokset ovat entistä enemmän panostaneet kansainväliseen rekrytointiin ja kansainvälisen rahoituksen hankkimiseen. Rahoitustason merkittävä nostaminen tai opiskelijamäärien radikaali supistaminen ovat hankalasti toteutettavia asioita, mutta rekrytoinnin ja kansainvälisen rahoituksen painottaminen ovat kenties helpompia.

Maatason kaikkia aloja yhdessä käsittelevien bibliometrinen analyysien tulokset ovat vain suuntaa-antavia eikä niiden pohjalta voi tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Bibliometrian käyttöön liittyviä ongelmia käsiteltiin yksityiskohtaisemmin alaluvussa 1.5. Alakohtaiset bibliomet-

<sup>2</sup> Alankomaat, Irlanti, Itävalta, Norja, Ruotsi, Suomi, Sveitsi, Tanska.

riset tulokset kertovat siitä, että alojen välinen vaihtelu on suurta, mutta eri ajanjaksojen vertailu kertoo myös sen, että julkaisumääriltään pienemmillä aloilla bibliometristen indikaattoreiden arvot saattavat vaihdella varsin nopeasti. Vertaisarviointiin perustuva yliopiston tai tutkimuslaitoksen tai tieteenalan tason tarkastelu onkin usein paras tapa saada syvällistä näkemystä alan kehityksestä.

Ulkopuolinen vertaisarviointi on laajassa mittakaavassa sovellettuna varsin raskas ja kallis toteuttaa. Tässä tieteen tila -arvioinnissa käytettiin tieteenalakohtaisia työpajoja, jotka laativat niin sanotut SWOT-analyysit, arviot kunkin alan vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja alan kehitystä uhkaavista tekijöistä ([www.aka.fi/tieteentila2012](http://www.aka.fi/tieteentila2012)).

SWOT-analyysit ja niiden toimikuntakohtaiset yhteenvedot (luku 2) kertovat, että useilla aloilla on hyvin samankaltaisia ongelmia ja toisaalta mahdollisuuksia. Alakohtaisia eroavuuksia toki esiintyy. Tämän johtopäätösluvun loppuun on poimittu kunkin Suomen Akatemian tieteellisen toimikunnan alueelta yksi keskeisimmistä suosituksista.

Suuret haasteet ovat nousseet keskustelun ytimeen yliopistoissa, tutkimuslaitoksissa ja tutkimuksen rahoittajien keskuudessa sekä Suomessa että muualla maailmassa. Suuret haasteet vaativat ratkaisuja, ja niihin kohdistuvan tutkimuksen pitää olla laadukasta ja vaikuttavaa. On tärkeää ylläpitää myös tutkimuskenttää, jolla on edellytykset tehdä uusia avauksia ja tieteellisiä läpimurtoja sekä reagoida mahdollisiin tulevaisuuden ongelmiin.

Kysymys tutkimuksen vaikuttavuuden arvioinnista on tiedepolitiikan keskeisimpiä ja vaikeimpia ongelmia, eikä yksiselitteistä vastausta ole: muun muassa tieteenalojen

erot, erilaiset aikajänteet ja ennalta ennustamattomat sovellusmahdollisuudet tekevät vaikuttavuuden ennustamisen hyvin vaikeaksi.

Suuret haasteet ja tieteen kehittyminen asettavat uudenlaisia vaatimuksia suomalaiselle tiedejärjestelmälle, tutkimuksen rahoittamismuodoille, tutkijoille ja päätöksentekijöille. Suuret haasteet korostavat entistä voimakkaammin monitieteisyyden ja tieteidenvälisyyden merkitystä, ja ongelmakeskeinen ajattelutapa on saamassa tieteessä enemmän jalansijaa. Luvussa 3 kuvattu analyysi osoittaa, että Suomen Akatemian rahoittamat hankkeet liittyvät laajalti erilaisiin suuriin haasteisiin kaikkien Suomen Akatemian tieteellisten toimikuntien alueilla. Tutkijayhteisöjen, korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja tutkimuksen muiden rahoittajien kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö on välttämätöntä suuriin haasteisiin kohdistuvan työn organisoinnissa.

Tieteen tekemisen tavat ovat myös muuttumassa: aineistojen sähköinen saatavuus, monitieteisyys, ongelmalähtöisyys ja erilaiset yhteistyöverkostot näkyvät selvästi suuriin haasteisiin kytkeytyvässä tutkimuksessa, mutta myös melkein kaikessa tieteellisessä työssä. Nämä muutokset asettavat haasteita yliopistoille ja tutkimuslaitoksille sekä tutkimuksen rahoittajille.

Suomalainen korkeakoululaitos perustuu tutkimuksen ja opetuksen kiinteään yhteyteen. Tämän yhteyden vahvistaminen on ensiarvoista korkeakoulujen ja tieteen vaikuttavuuden sekä tieteen laadun kannalta. Tutkimusympäristöjä ja rahoitusmuotoja kehitettäessä onkin tärkeä jatkuvasti muistaa tutkimukseen perustuvan opetuksen keskeinen rooli.

Suomalaisen tutkimuksen laadun ja vaikuttavuuden vahvistaminen edellyttää lisäksi

voimavarojen suuntaamista: valintojen ja poisvalintojen tekemistä. Suomalaisessa tiedejärjestelmässä on aina tehty valintoja, sillä koko tutkimuskentän kattaminen laadukkaasti ei ole koskaan ollut mahdollista. Suuret haasteet, talouden epävarma tilanne ja kansainvälisen kilpailun kiristymisen merkitsevät sitä, että valintoja ja poisvalintoja joudutaan tekemään aikaisempaa enemmän. Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten aito työnjako, erikoistuminen myös toimintatavoissa, vahvojen allianssien muodostaminen sekä tehokkaan kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön painottaminen ovat keinoja laadun ja vaikuttavuuden parantamiseksi. Yliopistouudistus on antanut yliopistoille entistä paremmat mahdollisuudet tällaisten päätösten tekemiseen, ja valintojen ja poisvalintojen tekoa tulee tukea esimerkiksi yliopistojen rahoitusmalliin sisältyvän strategiarahoituksen avulla.

Profiloituminen ja työnjako ovat niukkojen resurssien aikana menestyksekkään tutkimustyön edellytyksiä. Samalla on kuitenkin muistettava uusien avausten merkitys: tieteen keskeinen vahvuus on jatkuva uusiutuminen. Tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja tutkimuksen rahoittajien tuleekin erilaisia rahoitusmekanismeja kehitettäessä pitää huoli siitä, että uudenlaiset näkökulmat pystytään mahdollisimman hyvin havaitsemaan.

Tutkimuksen laatu ja vaikuttavuus ovat kaikkein eniten kiinni ihmisistä: tutkijoista, opettajista ja opiskelijoista. Suomalaisen tieteen kriittinen menestystekijä on, kuinka hyvää henkilöstöä ja opiskelijoita se kykenee rekrytoimaan. Autonomiset yliopistot pystyvät aikaisempaa paremmin toteuttamaan aktiivista rekrytointi- ja henkilöstöpolitiikkaa. Kotimaisten ja kansainvälisten rekrytointien kehittäminen ja liikkuvuuden lisääminen luo korkeakouluille ja tutkimuslaitoksille uusia mahdollisuuksia. Kor-

keakoulujen opiskelijavalintojen kehittäminen on tieteen ja tutkimuksen kannalta samanlainen keskeinen kehityskohde.

## 4.2 Kehittämisehdotukset

### Tutkijoiden ja opiskelijoiden rekrytointiin panostettava

*Miksi:* Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten laadun kannalta tutkijoiden rekrytointi ja opiskelijavalinta ovat avainkysymyksiä. Suomalaisen tieteen kilpailukyky on riippuvainen tutkijoiden ja opiskelijoiden kouluttamisesta ja valitsemisesta.

*Miten:* Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten tulee kehittää rekrytointitapojaan ja urajärjestelmiään siten, että tehtäviin voidaan houkutellessa mahdollisimman laadukas henkilöstö. Korkeakoulujen opiskelijavalintojen kehittämistä tulee jatkaa. Kansainvälistä rekrytointia tulee kehittää, ja erityisesti post doc -tutkijoiden ja alkuvaiheen professorien rekrytointi on nopea ja tehokas tapa vahvistaa suomalaisen tiedejärjestelmän kansainvälisyyttä.

### Kansainväliseen ja kansalliseen liikkuvuuteen kannustettava ja panostettava

*Miksi:* Sekä kotimainen että kansainvälinen tutkijaliikkuvuus on edelleen vähäistä tutkijanuran eri vaiheissa.

*Miten:* Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten tulee rekrytoinneissaan ja henkilöstöpolitiikassaan painottaa liikkuvuuden merkitystä. Tutkimuksen eri rahoittajien tulee yhteistyössä tarkastella, minkälaisilla tukitavoilla liikkuvuutta voidaan parhaiten edistää. Esimerkiksi perheellisten tutkijoiden liikkuvuutta vaikeuttavien käytännön ongelmien helpottamista tulee jatkaa. Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten tulee ke-

hittää kansallista ja kansainvälistä liikku-  
vuutta edistäviä tukipalveluja.

### **Perustutkimuksen asema turvattava sitien, että se mahdollistaa laadukkaat uudet avaukset sekä riskitutkimuksen**

*Miksi:* Tieteellinen tutkimustyö, uuden tiedon etsiminen ja sivistyksen perustan monipuolinen rakentaminen ovat Suomen tulevaisuuden keskeisiä tekijöitä. Pitkäjänteinen tieteellinen tutkimus on henkisen pääoman uusintaja sekä teknologisen kehittämisen ja innovaatiotoiminnan välttämätön edellytys.

*Miten:* Tutkimuksen rahoittajien tulee kehittää ja ottaa käyttöön rahoitusmuotoja, jotka aiempaa paremmin palvelevat uusiin innovatiivisiin avauksiin ja riskinottoon tähtäävää tutkimusta. Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten tulee kehittää toimintojaan siten, että ne ottavat rahoituksen kohdentamisessa huomioon myös tieteen tekemisen tapojen muutoksen, mukaan lukien virtuaalisuuden sekä tutkimusaineiston määrän ja monimuotoisuuden lisääntymisen.

Tutkimuksen julkinen rahoitus tulee nostaa tutkimus- ja innovaationeuvoston 2011–2015 linjauksen mukaisesti 1,2 prosenttiin bruttokansantuotteesta. Yliopistojen ja tutkimuslaitosten tulee hyödyntää entistä paremmin EU-rahoitusmahdollisuudet, erityisesti ERC-rahoitus.

### **Korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten rakenteellista kehittämistä jatkettava**

*Miksi:* Suomalaisen tutkimuksen laadun ja vaikuttavuuden vahvistaminen edellyttää lisäksi voimavarojen suuntaamista: valintojen ja poisvalintojen tekemistä.

*Miten:* Yliopistouudistus on antanut yliopistoille entistä paremmat edellytykset valintojen ja poisvalintojen tekoon, ja sitä

tulee tukea esimerkiksi yliopistojen rahoitusmalliin sisältyvän strategiarahoituksen avulla. Ammattikorkeakoulu-uudistuksessa on huolehdittava riittävästä rahallisesta ja henkilövoimavarojen nostuksesta tutkimus- ja kehitystyöhön. Tutkimuslaitoskentän kehittämisessä tulee samalla tavoitella rakenteellisia ja rahoituksellisia mekanismeja. Kansallisen tutkimusjärjestelmän toimijoiden keskinäisen työnjaon selkiyttäminen, pirstaloituneen rakenteen tiivistäminen ja voimavarojen käytön tehostaminen onnistuvat vain hallinnonalojen yhteistyöllä.

### **Tutkijankoulutusta kehitettävä palvelemaan aiempaa monipuolisempia uravaihtoehtoja**

*Miksi:* Tohtoritarve vaihtelee koulutusaloittain ja yhteiskunnan eri sektoreilla määrällisesti sekä laadullisesti ja sisällöllisesti.

*Miten:* Yliopistojen on tarkasteltava tutkijankoulutettavien määrää suhteessa käytettävissä oleviin voimavaroihin. Yliopistojen tulee yhteistyössä kehittää tohtorinkoulutusta siten, että se valmentaa tohtoreita tutkimus- ja opetustehtävien lisäksi laajasti yhteiskunnan ja elinkeinoelämän muuttuviin korkeatasoisen osaamisen tarpeisiin. Tutkimuksen laatu ja vaikuttavuus edellyttävät sekä tutkijoilta että tutkijankoulutukselta entistä enemmän joustavuutta.

### **Tutkimusinfrastruktuurien jatkuva kehitys ja tehokas käyttö varmistettava**

*Miksi:* Laite- ja aineistoinfrastruktuurien rahoituksen puute uhkaa merkittävästi tutkimuksen tasoa. Suomen tulee taata tutkijoilleen pääsy tarpeellisiin kansainvälisiin tutkimusinfrastruktuureihin. Kiinnostavat ja laadukkaat tutkimusympäristöt ja -aineistot lisäävät Suomen houkuttelevuutta tutkimusmaana.



*Miten:* Tutkimusinfrastruktuurien jatkuva kehitys ja tehokas käyttö edellyttävät entistä tiiviimpää strategiaan pohjautuvaa kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä sekä strategisia linjauksia siitä, miten Suomi osallistuu kansainvälisiin infrastruktuureihin ja mitkä ovat sellaisia kansallisia tutkimusinfrastruktuureja, joiden tukeminen on suomalaisen tutkimuksen tulevaisuuden kannalta merkityksellisiä. Kansallinen tutkimusinfrastruktuuriasiantuntijaryhmä huolehtii osaltaan edellä mainituista tehtävistä.

### **Monitieteisyyttä ja tieteidenvälisyyttä tutkimuksessa vahvistettava**

*Miksi:* Monitieteisen ja tieteidenvälisen tutkimuksen merkitys korostuu suurten haasteiden ratkaisemisessa tutkimuksen keinoin.

*Miten:* Tutkimusrahoittajien ja korkeakoulujen tulee kannustaa tutkijoita riittävän kunnianhimoisiin hankkeisiin, tutkimusta uudistaviin avauksiin ja tieteidenväliseen yhteistyöhön sekä organisaatioiden väliseen työnjakoon. Korkeakoulujen tulee kehittää rekrytointikäytäntöjään ja tutkimusrahoittajien rahoitusperiaatteitaan siten, että ne edistävät monitieteisen ja tieteidenvälisen tutkimuksen kehitystä.

### **Julkisin varoin kerätyn tiedon mahdollisimman vapaata käyttöä edistettävä**

*Miksi:* Suomessa on kansainvälisesti vertaillen ainutlaatuista julkisin varoin tuotettua tietoa, jonka avaaminen hyödyttää kansalaisia ja yhteiskuntaa sekä mahdollistaa useilla aloilla tutkimuksen etulyöntiaseman kansainvälisessä kilpailussa.

*Miten:* Kansallisten toimijoiden, ml. valtioneuvosto, virastot, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset, tulee edelleen vahvistaa edel-

lytyksiä julkisten tietovarantojen entistä laajamittaisemmaksi avaamiseksi käyttökelpoisessa muodossa tutkijoiden käyttöön ja hyödynnettäväksi hallituksen (22.6.2011) linjausten mukaisesti.

### **Laadukkaan tutkimus- ja innovaatiotoiminnan yhteistyötä vahvistettava**

*Miksi:* Taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä yhteiskunta tarvitsee jatkuvasti uusia innovaatioita. Pitkäjänteinen tieteellinen tutkimus ja siihen perustuva opetus sekä innovaatiotoiminta eivät ole keskenään kilpailevia. Ne tulee nähdä toisiinsa tukevin kokonaisuuksina.

*Miten:* Suomen Akatemian, Tekesin ja säätiöiden tulee yhdessä korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, julkisen palvelujärjestelmän ja elinkeinoelämän kanssa vahvistaa perus- ja soveltavaa tutkimusta sekä kokeiluja ja innovaatiotoimintaa. Tämä edellyttää kansainvälisesti houkuttelevien osaa-miskeskittymien luomista, joissa korkeatasoisella perustutkimuksella on keskeinen asema. Tekesin toteuttama instrumentti-uudistus edistää osaltaan tämän suosituksen toimeenpanoa. Korkeakoulujen, tutkimuslaitosten, julkisen palvelujärjestelmän ja yritysten tulee kasvattaa tutkijankoulutuksen saaneen henkilöstön osuutta tutkimus- ja kehittämistoiminnassa.

### **Tieteellisen tutkimustiedon hyödyntämistä poliittisen päätöksenteon ja julkisen hallinnon tukena lisättävä**

*Miksi:* Tutkimustietoa tarvitaan julkisessa päätöksenteossa. Tutkimuksella on myös keskeinen merkitys ihmiskunnan ja yhteiskunnan suurten haasteiden ymmärtämisessä ja ratkaisemisessa. Suomalainen tutkimus on monella alalla kansainvälisesti vertaillen korkealaatuista, osin vahvan kansainvälisen aseman saavuttanutta huippu-

tutkimusta, ja suomalaisella osaamisella on paljon annettavaa päätöksentekoon ja hallintoon.

*Miten:* Tutkijankoulutuksessa on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota siihen, että tutkijat osaavat viestiä tuottamastaan tutkimuksesta kansantajuisesti ja heillä on kykyä tuoda esiin tutkimuksensa relevanssi päätöksenteossa. Tutkimuksen tarjoamat mahdollisuudet voidaan tuoda esiin esimerkiksi rahoittajien, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten järjestämissä tilaisuuksissa. Säännöllisen vuorovaikutuksen tavoitteena on tietopohjan vahvistaminen päätöksenteon tukena sekä erilaisten kokeilujen ja kehittämishankkeiden käynnistäminen tutkimustiedon soveltamiseksi julkisessa hallinnossa.

#### **Toimikuntakohtaisista suosituksista nostetaan erityisesti esiin seuraavat:**

**Biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen toimikunta** suosittaa, että Suomelle laaditaan selkeä lähivuosien toimintastrategia, jolla eri biotieteiden aloja koskeva bioinformatiikan osaamisvaje täytetään. Huomiota on kiinnitettävä pitkäjänteisesti mm. bioalojen koulutusvaatimuksiin, tieteiden välisen yhteistyön mahdollisuuksiin, bioinformatiikan jatkokoulutukseen sekä bioinformaatikkojen kansainvälisiin rekrytointeihin.

**Kulttuurin ja yhteiskunnan tutkimuksen toimikunta** suosittaa humanistis-yhteiskuntatieteellisten alojen yhteisen kansallisen tutkimusstrategian kehittämistä. Tieteenalakohtaiset työpajat ja tutkijatapaamiset ovat toimivaksi koettu työskentelytapa. Niiden kehittäminen ja tekeminen säännöllisiksi tarjoaisi mahdollisuudet pohtia eri alojen erityisteemoja ja tulevaisuuden haasteita myös strategiakausien aikana.

**Luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunta** suosittaa, että luonnontieteiden ja tekniikan alojen vetovoimaisuutta lisätään. Niiden merkittävydestä globaalien, suurten haasteiden ratkaisemisessa tulee viedä tietoa laajasti yhteiskunnan eri osa-alueille, erityisesti kouluopetukseen.

**Terveyden tutkimuksen toimikunta** suosittaa, että perustutkimusta ja kliinistä tutkimusta kehitetään tasapainoisesti. Toimiva lähestymistapojen ketju vaikuttaa kansanterveyteen ja terveydenhuollon palvelujärjestelmään.



# Liite 1. Bibliometriset menetelmät (englanniksi)

## Methodological Annex

### Data source

The data consist of publications found in the Thomson Reuters Web of Science databases Science Citation Index (SCI Expanded), Social Science Citation Index (SSCI), Arts and Humanities Citation Index (A&HCI), Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S), and Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities (CPCI-SSH).<sup>1</sup> Publication types accepted for the analysis were articles, reviews, letters and proceedings papers. All publications/ citations in the included document types in the databases above have been considered.

The analysis was performed by Postdoctoral Researcher Raj Kumar Pan and Associate Professor Santo Fortunato of Aalto University in Finland.

### Fractionalisation

All papers are fractionalised among the contributing countries. When more than one country is found in the affiliation address of a paper, the affiliated countries are given an equal share of the paper and the citations received. For example, from a paper written by three organisations, two from Finland and one from Sweden, Finland is accredited with 2/3 of the publication and Sweden with 1/3. The subsequent citations received are: from

m citations Finland receives 2m/3 and Sweden respectively m/3. This method is consistent with the previous report *The State and Quality of Scientific Research in Finland 2009*<sup>2</sup> by the Academy of Finland.

### Self-citations

Self-citations are removed based on author names. If the citing and the cited article are authored by authors with the same name, the citation is excluded from this analysis.

### Citation window

Citations are considered for publication year + two following years. This is also consistent with the 2009 report by the Academy of Finland. However, citations to 2009 and 2010 publications are only received until the end of 2010.

### Trend lines

The results are segregated in three-year intervals and a moving window is considered (2003–2005, 2004–2006..., 2008–2010). The number of publications, citations received, relative citation index and the share in the top cited publications is calculated for each of the windows. The last two windows (2007–2009, 2008–2010) are in this respect somewhat incomplete because citations to 2009 and 2010 publications are only received until the end of 2010.

<sup>1</sup> Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index, and Conference Proceedings Citation Index – Science and Conference Proceedings Citation Index – Social Science & Humanities, all prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA, © Copyright Thomson Reuters®, 2012.

<sup>2</sup> Löppönen Paavo, Lehvo Annamajja, Vaahtera Kaisa and Nuutinen Anu (Eds.) 2009. *The State and Quality of Scientific Research in Finland 2009*. Publications of the Academy of Finland 10/09.

## Relative Citation Index

The Relative Citation Index is a field-normalised citation score. Each paper is normalised by the world average in fields to which the paper belongs. All papers are fractionalised by the number of countries as explained earlier.

For the country-level analysis, the Relative Citation Index has been calculated by using the formula of the mean normalised citation score (MNCS) indicator, introduced and described by Waltman et al<sup>3</sup>. For the discipline-level analysis, the used formula follows the one presented in the 2009 report by the Academy of Finland (p. 286<sup>4</sup>). These two formulas are, in essence, the same.

## Top 10%

The calculation of the proportion of the publications of a country among the top 10% of the most cited publications follows the formula presented in the 2009 report by the Academy of Finland (p. 286). For Finland, Sweden, Norway, Denmark, Austria, Switzerland, the Netherlands and Ireland, the top most cited papers in each field are compared to the total number of papers of the country. A relative comparison is made by dividing the country's percentage by the respective world percentage. Provided a paper is assigned to more than one field, a separate comparison is made with the corresponding field average. It is therefore possible for a paper to reach the top 10% in one field but not in another field.

---

<sup>3</sup> Waltman, L., van Eck, N.J., van Leeuwen, T.N., Visser, M.S., van Raan, A.F.J. 2011. Towards a new crown indicator: Some theoretical considerations. *Journal of Informetrics* 5 (1), 37–47.

<sup>4</sup> However, publications have not been normalised by the publication type when calculating the relative citation index and top 10% of the most cited publications.

Suomen Akatemia on arvioinut Suomen tieteen tilaa joka kolmas vuosi vuodesta 1997 lähtien. Arviointiraportissa tarkastellaan tutkimuksen toimintaympäristön muutoksia sekä tutkimusjärjestelmän tilaa ja asemoitumista kansainvälisesti. Yleisiä teemoja ovat perustutkinto- ja tutkijankoulutus tutkimustoiminnan perustana, tutkimus- ja kehittämistoiminnan taloudelliset ja inhimilliset voimavarat sekä tutkimustoiminnan tuloksellisuus ja vaikuttavuus.

Lisäksi Suomen Akatemian tieteelliset toimikunnat analysoivat tieteenalayhmittäin tutkimuksen toimintaympäristön ja tutkimusedellytysten kehitystä sekä tutkimuksen vahvuuksia, heikkouksia sekä lähitulevaisuuden mahdollisuuksia ja uhkia sekä esittävät edustamiaan aloja koskevia kehittämisehdotuksia. Tieteellisten toimikuntien arvioinnit pohjautuvat tieteenalojen tilan arviointiin syksyllä 2011 järjestetyssä 42 tieteenalakohtaisessa arviointityöpajassa, joihin osallistui yhteensä 366 tutkijaa.

Raportissa tarkastellaan myös sitä, miten paljon Suomen Akatemian rahoittamissa hankkeissa on käsitelty suuriin haasteisiin kuuluvia teemoja. Näitä suuria haasteita ovat pohjoinen ilmasto ja ympäristö, kestävä energia, kulttuurien vuoropuhelu, terve arki kaikille, oppiminen ja osaaminen mediayhteiskunnassa sekä väestön ja yksilön ikääntyminen.

Raportin lopussa esitetään johtopäätöksiä ja annetaan kehittämisehdotuksia Suomen tieteen ja tutkimusjärjestelmän vahvistamiseksi.



**SUOMEN AKATEMIA**

Hakaniemenranta 6 • PL 131, 00531 Helsinki  
Puh. 029 533 5000 • Fax 029 533 5299  
[www.aka.fi](http://www.aka.fi) • [viestinta@aka.fi](mailto:viestinta@aka.fi)