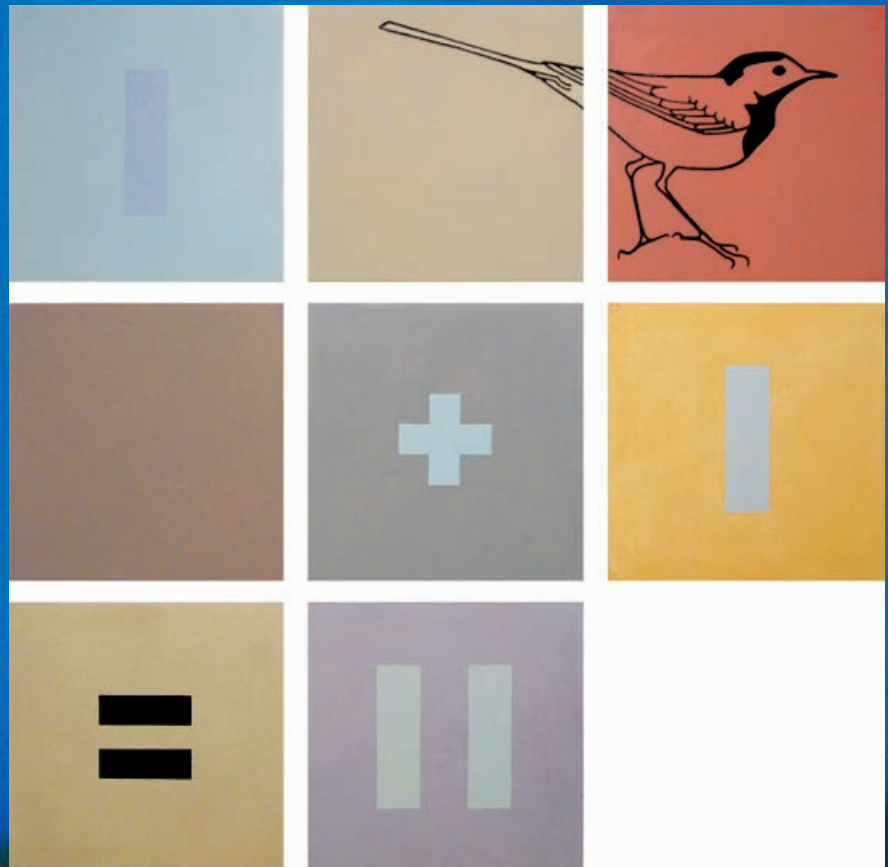


SUOMEN TIETEEN TILA JA TASO 2009

Tiivistelmä



SUOMEN AKATEMIA
TIETEEN RAHOITTAJA JA ASiantuntija

SUOMEN TIETEEN TILA JA TASO 2009

Tiivistelmä



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

SUOMEN AKATEMIA

LYHYESTI

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

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

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

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

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

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

Lisää tietoa Suomen Akatemiasta on verkkosivuilla osoitteessa www.aka.fi.

Sisältö

Johdanto.....	3
Suomen tutkimusjärjestelmän kehityspiirteitä.....	3
Tutkimusjärjestelmän rakennekehitys.....	5
Tutkimuksen infrastruktuurien tukeminen	9
Tutkimuksen tuloksellisuus ja tieteellinen vaikuttavuus	9
Suomi ja tieteen muuttuva maantiede	12
Tiede yhteiskunnassa.....	14
Yleisarvio Suomen tieteen tilasta ja tulevaisuudesta: kehittämissuunnat.....	17
Kuvien lähteet.....	18

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

Taitto: DTPage Oy

ISSN 0358-9153

ISBN 978-951-715-765-0 (pain.)

ISBN 978-951-715-766-7 (pdf)

Vammalan Kirjapaino Oy, 2009

SUOMEN TIETEEN TILA JA TASO 2009

Johdanto

Tämä julkaisu on tiivistelmä laajasta Suomen tieteen tila ja taso -raportista, joka hyväksyttiin Suomen Akatemian hallituksessa 25.8.2009 ja julkistettiin 10.11.2009 (Suomen Akatemian julkaisuja 9/2009).

Raportissa

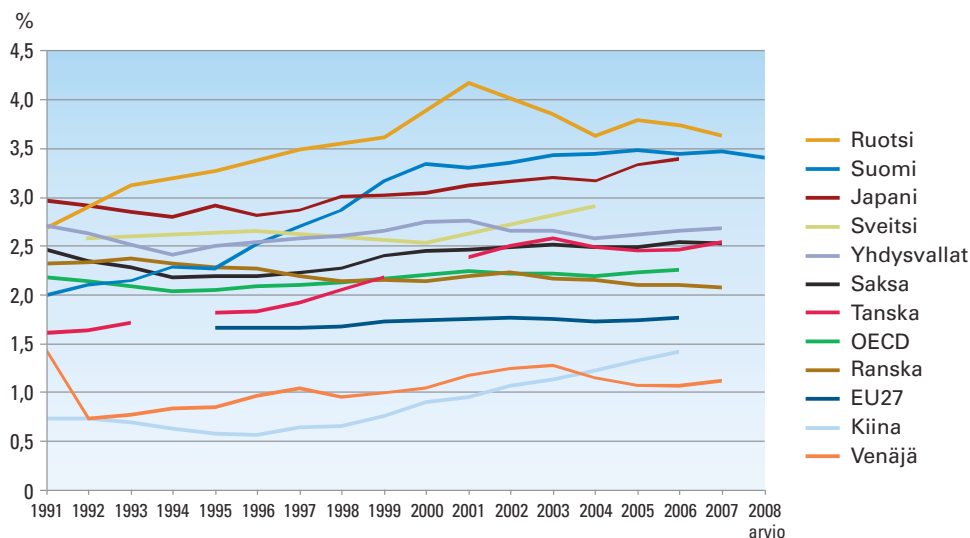
- analysoidaan Suomen tieteellistä tutkimusta ja tutkimusjärjestelmää eurooppalaisessa ja globaalissa toimintaympäristössä,
- arvioidaan niiden tilaa ja tasoa erilaisten indikaattoreiden ja vertailujen avulla,
- esitetään analyysien ja arviointien pohjalta Suomen tieteellisen tutkimuksen ja tutkimusjärjestelmän kehittämissuuntia.

Tähän julkaisuun on tiivistetty erityisesti raportin tutkimusjärjestelmää koskeva osa sekä kehittämissuhteiden pääpiirteet.

Suomen tutkimusjärjestelmän kehityspiirteitä

Suomen kehitys osoittaa, kuinka tiede- ja teknologiapolitiikassa voidaan pitkäjänteisellä ja johdonmukaisella kehittämistyöllä päästä varsin nopeasti seuraajan asemasta eturintama-asemaan.

1960–1970-lukujen perusrakenteiden pystyttämisen, kuten esimerkiksi yliopistoverkoston rakentamisen ja kilpaillun rahoituksen kehittämisen, jälkeen siirryttiin 1980-luvulla teknologisen kehittämisen kauteen. Päätaavoitteena oli maan tuotantorakenteen monipuolistaminen ja talouden kilpailukyky. Rahoituskanavaksi perustettiin Teknologian tutkimuskeskus (Tekes). Sen erittäin nopeasti kasvanut rahoitus ja erityisesti kansalliset teknologiaohjelmat vahvistivat olennaisesti tieto- ja viestintäteknologian mahdollisuutta laajentua ja näin monipuolistaa Suomen tuotantorakennetta. Teknologiaohjelmat lisäsivät nopeasti yliopistojen ja yritysten yhteistyötä, mikä on edelleen yksi Suomen järjestelmän vahvuuksista.



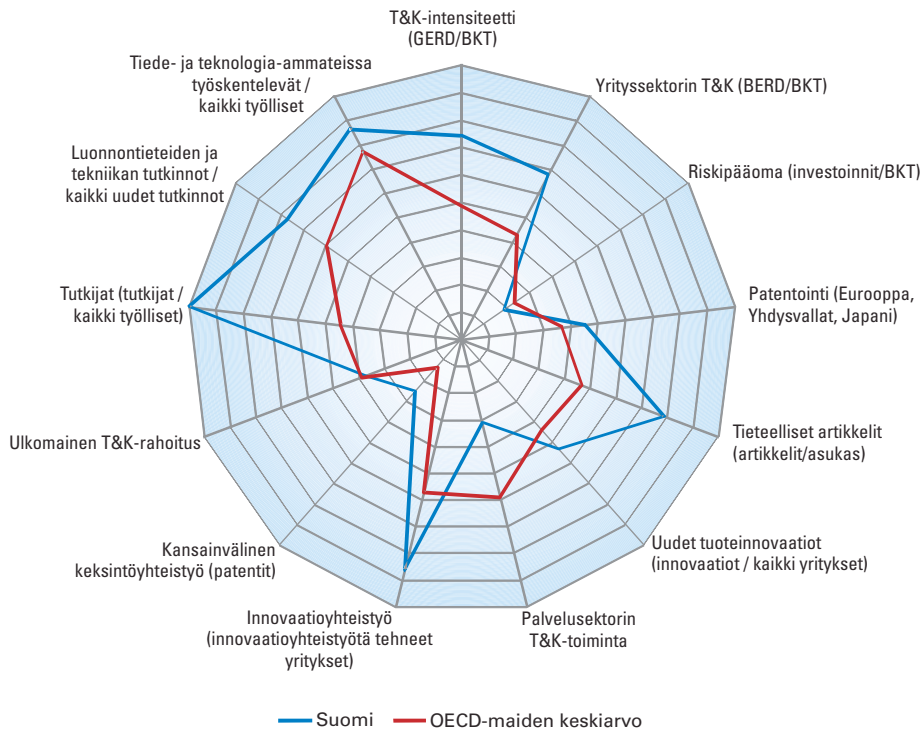
Kuva 1. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan panostuksen osuus bruttokansantuotteesta (%) eräissä OECD-maissa sekä Kiinassa ja Venäjällä. Lähde: OECD 2008a.

Suomi omaksui ensimmäisenä OECD-maana kansallisen innovaatiojärjestelmän käsitteen tiede- ja teknologiapolitiittisen valmistelun välineeksi 1980–1990-lukujen taitteessa: näin kaikki tietoa ja osaamista kehittävät toimet sisällytettiin saman sateenvarjon alle. Tätä lähestymistapaa käytettiin myös silloin, kun hallitus päätti vuonna 1996 sijoittaa merkittävän osan valtionyhtiöiden osakkeiden myyntituloja tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Tämä tutkimuksen lisärahoitusohjelmalla tunnettu investointi nosti monien kerrannaisvaikutusten johdosta Suomen tutkimuspanoksen osuuden bruttokansantuotteesta 2,3 prosentista 3,4 prosenttiin vuosien 1995 ja 2000 välillä, eli maailman kärkijoukkoon (kuva 1). Tuona aikana niin Suomen Akatemian kuin Tekesin budjetit yli kaksinkertaistuivat. Tieteen rahoituksessa voitiin ottaa käyttöön merkittäviä uusia välineitä: tutkijakoulujärjestelmän perustaminen ja nopea laajentaminen, tutkijatohtorijärjestelmä sekä kansallinen huippuyksikköstrategia ja huippuyksikköohjelmat.

EU-jäsenyyteen valmistautuminen ja erityisesti EU-jäsenyys vuonna 1995 mahdollistivat suomalaisten tutkijoiden kansainvälisen yhteistyön aivan uudessa laajuudessa. EU-yhteistyö on tästä lähtien toiminut monin tavoin suomalaisen tutkimuksen kansainvälistymisen ponnahduslautana.

2000-luvun alku merkitsi vakiinnuttamisen kautta tiede- ja teknologiapolitiikassa. Suomen asema yhtenä kärkitoimijana maailmassa vakiintui. Suomi esiintyi toistuvasti kärkisijoilla kansainvälisissä mittauksissa, kuten tietoperustaisen kehityksen, kestävän kehityksen ja kansainvälisen kilpailukyvyyn maavertailuissa. Suomen vahvuusiksi todettiin erityisesti investoinnit tieteeseen ja teknologiaan, koulutus, tutkijat ja tutkijoiden saatavuus sekä teknologian kehittäminen. Myös tieteellinen tuottavuus ja tutkimuksen laatu oli noussut suhteellisilla mittareilla mitattuna OECD-maiden kärkijoukkoon.

Valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteellisesta kehittämisestä (2005) suuntaa tämän päivän kehittämistyötä.



Kuva 2. Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän profiili.
Lähde: OECD 2008c.

Keskeisiä tavoitteita ovat järjestelmän tehokkuus ja vaikuttavuus. Uudella yliopistolailla (2009) annetaan yliopistoille lisää taloudellista toimivaltaa samalla kun niiltä edellytetään toimintojen priorisointia, organisaatioiden profiloitumista ja yhteistyörakenteiden kehittämistä.

Uusissa strategisen huippuosaamisen keskittymissä yhdistyvät tieteellinen tutkimus, teknologian kehittäminen ja innovaatio toiminta Suomen elinkeinoelämän kannalta keskeisillä aloilla julkisten tutkimusrahoittajien, yritysten ja yliopistojen yhteistyönä.

Suomen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän erityispiirteet suhteessa OECD:n keskiarvoihin käyvät ilmi kuvasta 2. Kun vertaamme Suomea kehittyneisiin tiedemaihin, viisi piirrettä luonnehtii Suomen järjestelmää. Tutkimus- ja kehittämistyön kansantuoteosuus samoin kuin yritysten tutkimus- ja kehittämisen investointien taso ovat pysyneet 2000-luvun alussa saavutetulla korkealla tasolla. Suomessa yritysten yhteistyö tutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa on selvästi keskimääräistä tiiviimpää. Kaikkein selvimmin Suomi poikkeaa muista OECD-maista tutkijoiden määrässä: Suomessa on ylivoimaisesti eniten tutkijoita tuhatta työllistä kohti. Suomessa tutkimus- ja kehittämistyön ulkomainen rahoitus on suhteellisesti matalalla tasolla. Tieteellisten julkaisujen lukumäärä asukasta kohden on hyvien tiedemaiden tasolla.

Tutkimusjärjestelmän rakennekehitys

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

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

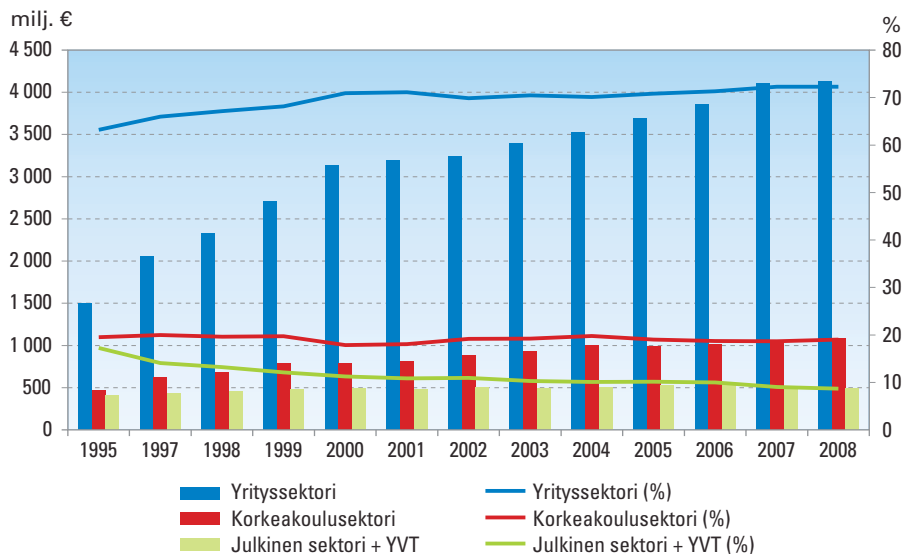
Vuonna 2008 Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan kokonaismenot olivat 6,4 miljardia euroa. Yrityssektori¹ rahoitti siitä 72 prosenttia. Julkisen rahoituksen osuus oli 28 prosenttia, joka jakautui korkeakoulusektorin 19 prosenttiin ja muun julkisen sektorin 8,7 prosenttiin. Muu rahoitus tuli pääosin ulkomaisista lähteistä, erityisesti Euroopan unionin tutkimuksen puiteohjelmasta.

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

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan parissa työskentelee nykyisin 2,3 prosenttia työllisestä työvoimasta, joka on OECD-maiden suurin osuus. Tähän ovat vaikuttaneet Suomen tietoteollisuuden nopeasti kasvanut tutkimusaktiivisuus sekä väestömäärään nähden laaja korkea-asteen koulutus ja tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen kasvu. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstön lukumäärät ja henkilötyövuodet ovat kasvaneet korkeakoulu- ja yrityssektoreilla.

Kun tarkastellaan tutkijoiden² henkilötyövuosien kehitystä, voidaan todeta, että henkilötyövuosien

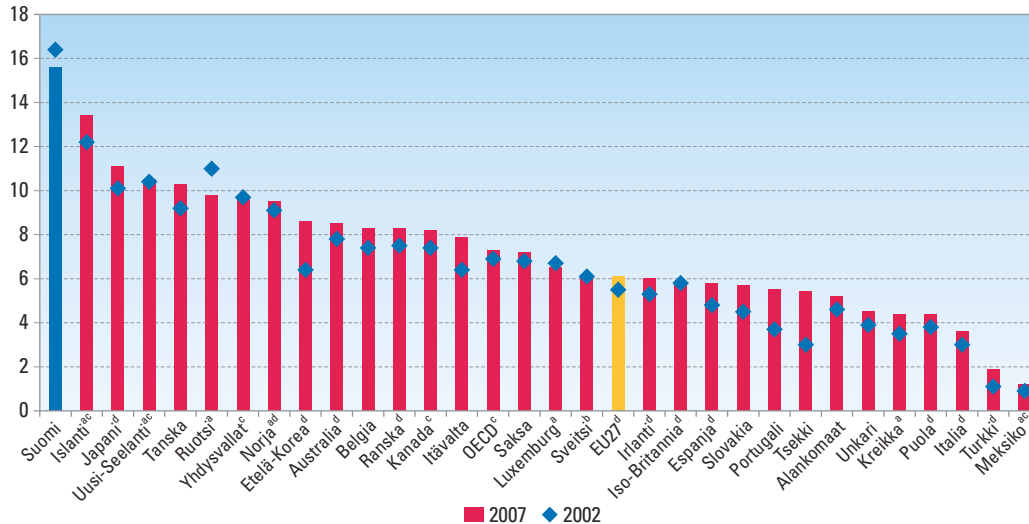
- 1) Yrityssektori: teollisuus, muut toimialat; 2) Julkinen sektori: valtion hallinnonalat (ml. valtion tutkimuslaitokset), muut julkiset laitokset, yksityinen voittoa tavoittelematon toiminta; 3) Korkeakoulusektori: yliopistot, yliopistolliset sairaalat, vuodesta 1999 lähtien ammattikorkeakoulut.
- 2) *Tutkijat* sisältää ryhmät ISCO-2: tutkijat ja ISCO-1237: tutkimus- ja kehittämisasistojen päälliköt (OECD 2002, Frascati manual...2002).



Kuva 3. Suomen tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot* ja osuudet sektoreittain vuosina 1995–2008.

Lähde: Tilastokeskus 2009.

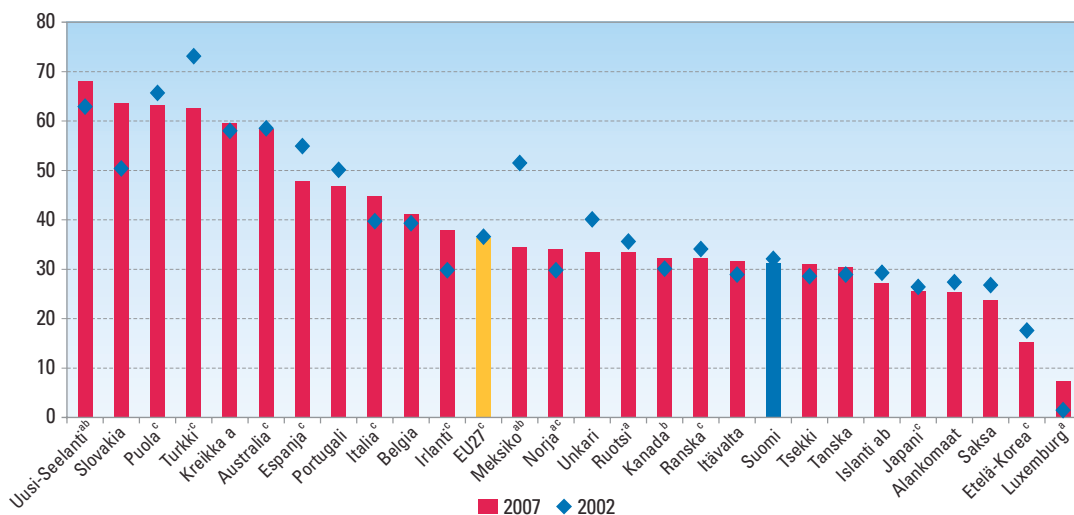
* Menot on deflatoitu bkt:n markkinahintaindeksillä (2000=100). Vuoden 2008 deflatoimattomat luvut: tutkimus- ja kehittämistoiminnan menot yhteensä 6,45 mrd. €, josta yrityssektori 4,66 mrd. €, korkeakoulusektori 1,23 mrd. € ja muu julkinen sektori 0,56 mrd. €.



Kuva 4. OECD-maiden tutkijoiden henkilötyövuosien määrä tuhatta työllistä kohti vuosina 2002 ja 2007.

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

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



Kuva 5. Korkeakoulusektorin tutkimushenkilöstön osuus koko tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä vuosina 2000 ja 2005 OECD-maissa*. Lähde: OECD 2008b, Main Science and Technology Indicators.

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

määrä kääntyi laskuun vuodesta 2004. Tutkijoiden henkilötyövuosien määrä tuhatta työllistä kohti oli Suomessa 16,4 prosenttia vuonna 2002 ja 15,6 prosenttia vuonna 2007 (kuva 4). OECD-maista Suomessa ja Ruotsissa tutkijoiden henkilötyövuosien määrä on vähentynyt vuodesta 2002 vuoteen 2007.

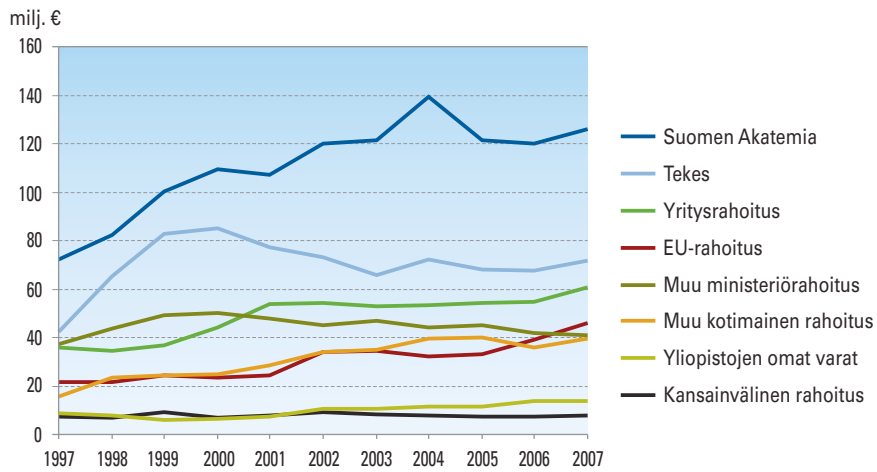
Korkeakoulusektorilla työskenteli tutkimustehävissä noin 28 500 henkilöä vuonna 2008. Heistä yliopistoissa ja yliopistosairaaloissa työskenteli noin 24 000 henkilöä ja ammattikorkeakouluissa noin 4 500 henkilöä. Suomessa korkeakoulusektorin tutkijoiden osuus kaikista tutkimus- ja kehittämistoiminnan henkilöstöstä oli 31 prosenttia, joka on EU 27 -maiden keskiarvoa (37 %) pienempi ja hieman vähentynyt vuodesta 2002 vuoteen 2007 (kuva 5).

Yliopistojen kokonaistutkimusmenot kasvoivat reaalisesti 36 prosenttia vuodesta 1997 vuoteen 2002. Kehitys hidastui 2000-luvulle tultaessa. Rahoituksen reaalkasvu oli enää yhdeksän prosenttia vuodesta 2002 vuoteen 2007, jolloin yliopistojen kokonaistutkimusmenot olivat miljardi euroa. Suomen Akatemia oli yliopistojen merkittävin ulkopuolinen rahoittaja 31 prosentin osuudella vuonna 2007 (kuva 6).

Tekesin osuus ulkopuolisesta rahoituksesta oli 18 prosenttia ja yritysrahoituksen osuus 15 prosenttia. Ulkomaisista rahoituslähteistä keskeisin oli EU-rahoitus, jonka osuus oli 11 prosenttia.

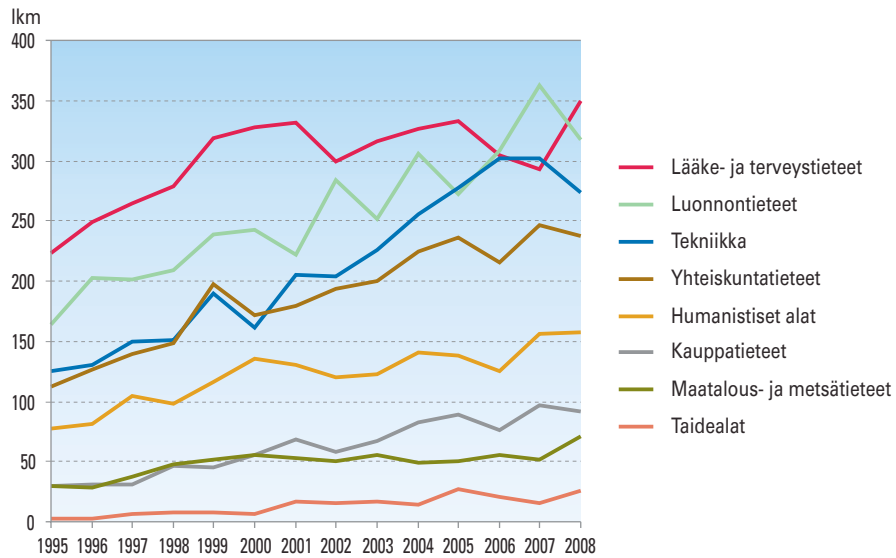
Yliopistojen rahoituksen myönteinen kehitys hidastui 2000-luvulla. Yliopistojen ulkopuolinen rahoitus on nykyisin useilla tieteenaloilla yli 50 prosenttia kokonaisrahoituksesta, joka ylittää tutkimus- ja innovaationeuvoston 50 prosentin suositustason.

Suomen yliopistoista valmistuu nykyisin noin 1 500 tohtoritutkintoa vuodessa. Tutkintojen määrä on kasvanut 54 prosenttia vuodesta 1998 vuoteen 2008. Viimeisen viiden vuoden aikana (2003–2008) määrä on kasvanut 21 prosenttia. Tutkimusaloittain tarkasteltaessa vuodesta 2003 vuoteen 2008 tohtorien määrä on kasvanut hitaimmin lääke- ja terveystieteiden alalla ja nopeimmin taidealoilla (kuva 7). Naisien osuudet tohtoritutkinnon suorittaneista ovat kasvaneet merkittävästi kaikilla tutkimusaloilla (kuva 8). Vuonna 2008 naisia oli yli puolet tohtoritutkinnon suorittaneista muilla paitsi luonnontieteissä ja tekniikan alalla.



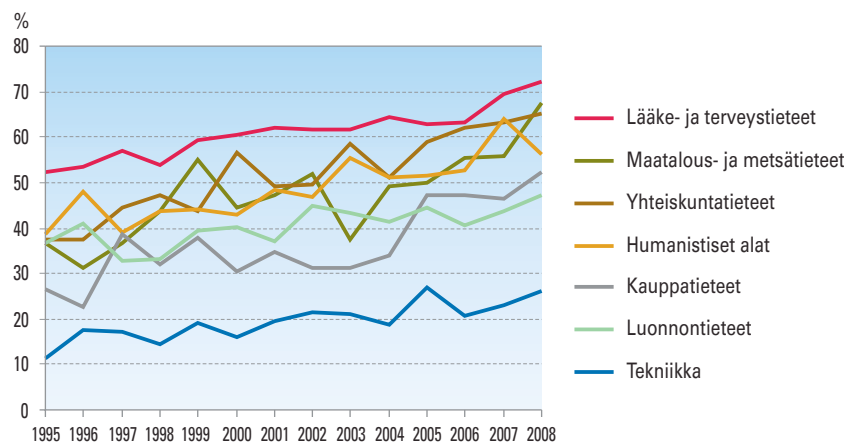
Kuva 6. Yliopistojen tutkimusmenot* budjettirahoituksen ulkopuolisten rahoituslähteiden mukaan vuosina 1997–2007. Lähde: Tilastokeskus 2009.

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



Kuva 7. Tohtoritutkimintojen lukumäärän kehitys tutkimusaloittain vuosina 1995–2008.

Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.



Kuva 8. Naisten osuudet (%) tohtorintutkinnon suorittaneista tutkimusaloittain vuosina 1995–2008. Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.

Laadukkaiden tutkimusympäristöjen tulee tarjota hyvät mahdollisuudet tutkijanuralla etenemiseen ja yhteistyöhön sekä riittävä tutkimusrahoitus ja korkeatasoiset tutkimuksen infrastruktuurit. Kuitenkin Suomessa luovien ja kilpailukykyisten tutkimusryhmien ja -ympäristöjen rahoitus on pääsääntöisesti fragmentoitunutta ja suhteellisen lyhytaikaista. Suomessa tutkimusryhmiä luonnehtii edelleen usein se, että ryhmissä on kansainvälisesti vertaillen liian vähän senioritutkijoita väitöskirjatyöntekijöihin verrattuna. Toinen keskeinen tutkimusryhmiin liittyvä haaste on, että ryhmien kulttuurinen diversiteetti on kansainvälisesti vertaillen vähäistä, koska Suomeen ei ole pystytty rekrytoimaan riittävästi ulkomaalaisia tutkijoita.

Tutkimuksen infrastruktuurien tukeminen

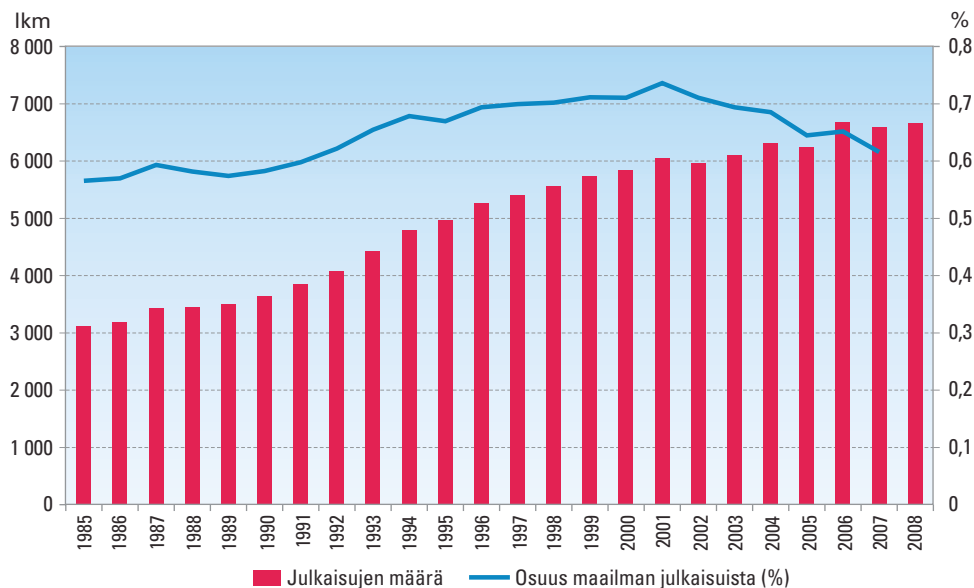
Tutkimuksen infrastruktuurit ovat keskeinen osa kansallista koulutus-, tutkimus- ja innovaatiopolitiista strategiaa. Suomessa tehtiin vuonna 2008 kansallisen tason tutkimusinfrastruktuurien nykytilan kartoitus ja kansainvälinen arviointi, jonka mukaan Suomi panostaa noin 130 miljoonaa euroa julkista rahoitusta vuosittain kansallisesti merkittävien

infrastruktuurien ylläpitämiseen. Lisäksi noin 30 miljoonalla eurolla maksetaan kansainvälisten infrastruktuurien jäsenmaksuja. Arvioinnin mukaan kansallisesti merkittävät tutkimusinfrastruktuurit ovat osin vanhentumassa ja fragmentoituneina, ja niitä ei hyödynnetä riittävän laajassa yhteistyössä. Infrastruktuurien uusimiseksi ja uusien kansallisen tason hankkeiden rahoittamiseksi ei ole keskitettyä ja koordinoitua infrastruktuurien rahoitusjärjestelmää. Myös suuriin kansainvälisiin infrastruktuurihankkeisiin osallistuminen edellyttää investointeja ja koordinoitua kotimaassa.

Tutkimuksen tuloksellisuus ja tieteellinen vaikuttavuus³

Suomen tutkimustoiminnan tuloksellisuus kansainvälisten tieteellisten julkaisujen määrinä tarkasteltuna kehittyi varsin myönteisesti 1980-luvun puolivälistä 2000-luvulle, mutta kasvu pysähtyi 2000-luvun loppupuolella (kuva 9). Kahdessakymmenessä vuodessa Suomen julkaisumäärä lähes kaksinkertaistui. Kaudella 1988–1998 julkaisumäärä kasvoi 60 prosenttia ja 19 prosenttia kaudella 1998–2008. Viimeisen kolmen vuoden aikana julkaisumäärä on vähen-

3 Käytetty aineisto on Thomson Reutersin (Philadelphia, Pennsylvania, USA) Copyright Thomson Reuters© 2009. Kaikki oikeudet pidätetään). Vetenskapsrådet on käsitellyt aineistoa: aineiston normalisointi julkaisutyypin ja tutkimusalan mukaan, tieteenalaluokitusten muokkaaminen, julkaisujen ja viittausten osittaminen ja itseviittausten poistaminen.



Kuva 9. Suomen julkaisumäärä ja Suomen julkaisujen osuus maailman julkaisuista vuosina 1985–2008.

Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

tynyt -0,2 prosenttia. Suomen julkaisumäärä on hie- man yli 0,6 prosenttia maailman julkaisuista.

Suomen tieteellisistä julkaisuista tehdään yli- opistoissa lähes 70 prosenttia ja valtion tutkimuslai- toksissa noin 17 prosenttia. Yritysten osuus on noin kuusi prosenttia. Suhteelliset osuudet eivät ole juu- rikaan muuttuneet 1990-luvun puolivälin jälkeen.

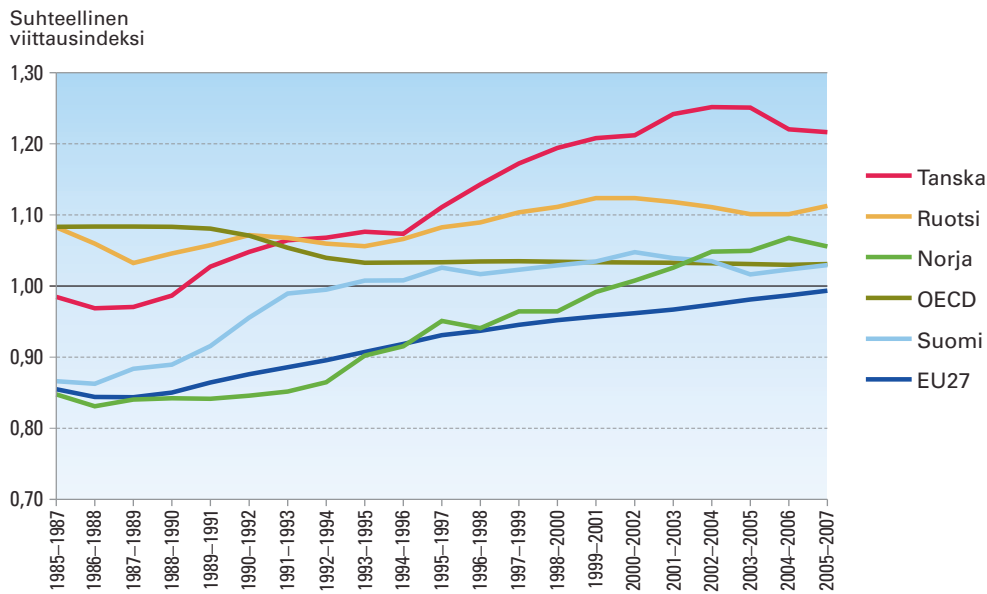
Suhteellinen viittausindeksi⁴ kuvaa suuntaa-antavasti tutkimustoiminnan näkyvyyttä ja tieteellistä vaikuttavuutta. Suomen julkaisut saavuttivat viit- tauskertymässä maailman maiden keskimääräisen tason (suhteellinen viittausindeksi = 1) 1990-luvun alkupuolella (kuva 10), jolloin Suomen viittausker- tymä kasvoi voimakkaasti. Suomen suhteellinen viittausindeksi oli suurimmillaan 1,05 kaudella 2000–2002, jolloin julkaisut keräsivät viisi prosenttia enemmän viittauksia kuin maailman maiden julkai- sut keskimäärin. 2000-luvulla Suomen viittausker- tymä on ollut noin kolme prosenttia maailman maiden keskimääräistä viittauskertymää korkeampi. Poh-

joismaisessa vertailussa Suomen ja Ruotsin suhteel- lisen viittausindeksin kehitys on ollut 2000-luvulla Norjaa ja Tanskaa heikompaa. Suomi oli OECD- maista kahdeksas kaudella 1995–1997 ja putosi kau- della 2005–2007 sijalle 13 (kuva 11).

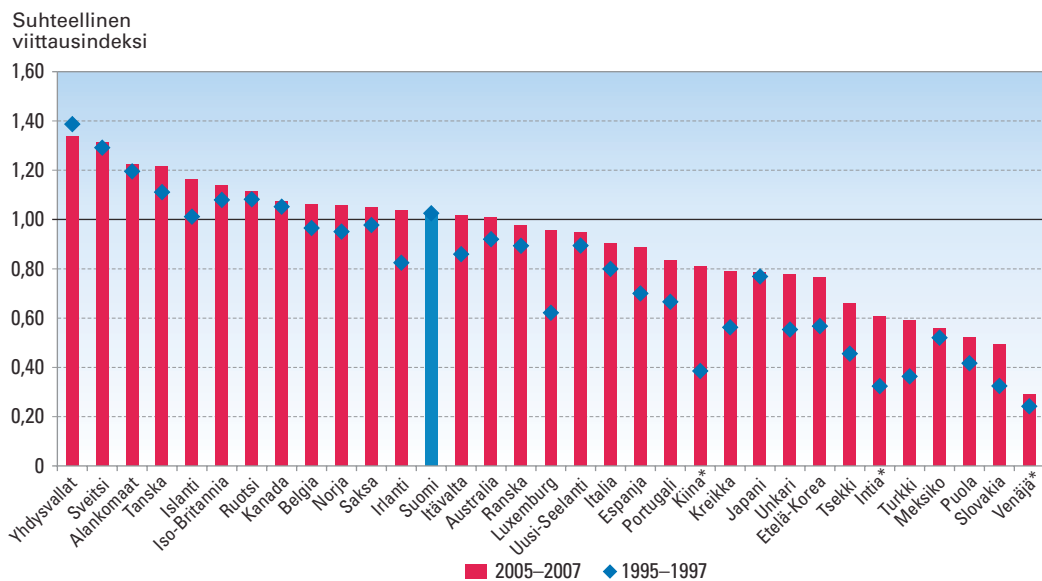
Suomen kaikista julkaisuista 0,7 prosenttia kuu- lui siihen yhteen prosenttiin julkaisuista, joihin on viitattu maailmassa eniten kaudella 2005–2007 (kuva 12). OECD-maiden vertailussa Suomi on pudonnut sijalta 10. sijalle 15. Muut Pohjoismaat ovat vertai- lussa Suomen edellä.

Suomen kansainvälinen tieteellinen julkaisutoi- minta on menettämässä näkyvyyttään ja tieteellistä vaikuttavuuttaan kansainvälisissä vertailuissa. Suo- men sijoitukset ovat pudonneet OECD-maiden ver- tailuissa 1990-luvulta nykypäivään. Suomen julkai- sut eivät ole keränneet viittauksia yhtä hyvin kuin esimerkiksi muiden Pohjoismaiden julkaisut. Ero erityisesti Tanskaan on kasvanut nopeasti jo yli 10 vuoden ajan, ja Norja ohitti Suomen 2000-luvun

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

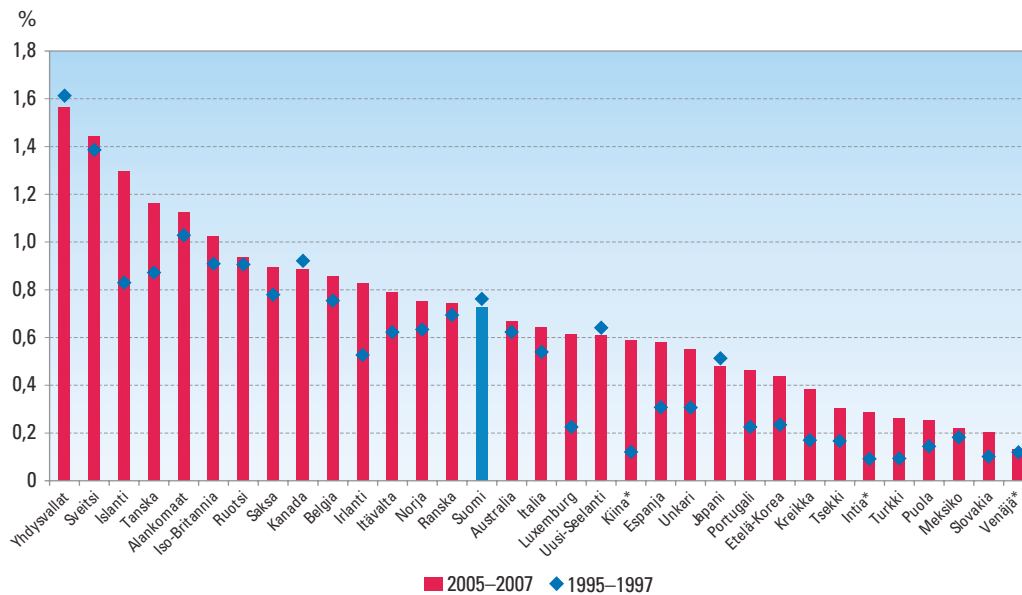


Kuva 10. Suomen, eräiden muiden Pohjoismaiden sekä OECD- ja EU 27 -maiden suhteellisen viittausindeksin kehitys vuosina 1985–2007. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.



Kuva 11. OECD-maiden sekä Intian, Kiinan ja Venäjän suhteelliset viittausindeksit kausilla 1995–1997 ja 2005–2007. Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

* OECD:n ulkopuoliset maat.



Kuva 12. OECD-maiden sekä Intian, Kiinan ja Venäjän osuudet kunkin maan kaikista niistä julkaisuista, jotka kuuluvat maailmassa eniten viitattuihin yhteen prosenttiin julkaisuista kausilla 1995–1997 ja 2005–2007.

Lähde: Thomson Reuters databases, Vetenskapsrådet 2009.

* OECD:n ulkopuoliset maat.

alussa. Ruotsissa viittauskertymien kehitys on ollut Suomen tapaista, joskin korkeammalla tasolla. Suomen tieteellisen tutkimuksen laatu tällä mittarilla mitattuna on nyt täsmälleen OECD-maiden keskitasoa. Kun noin 70 prosenttia Suomen tieteellisistä julkaisuista tehdään yliopistoissa, on kyse erityisesti yliopistojen tutkimusedellytyksistä ja niiden kehittämisestä.

Suomi ja tieteen muuttuva maantiede

Suomen tiedepolitiikassa on pidetty tutkimuksen kansainvälistymistä merkittävänä haasteena jo vuosikymmeniä. Perusteena on ollut Suomen tutkimusjärjestelmän pienuus ja aiemmin myös kansallinen sulkeutuneisuus. Kansainvälisissä arvioinneissa on todettu eräänlainen suomalainen paradoksi: suomalainen yritystoiminta on hyvin kansainvälistynyt, mutta sekä yritysten tutkimustoiminta ja sen rahoitus Suomessa että suomalainen tutkimusjärjestelmä ovat hyvin kansallisia. Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistyminen on poikkeuksellisen vähäistä ottaen huomioon sen resurssit ja kehittyneisyys.

Yhdysvaltain ja Euroopan osuudet maailman tutkimus- ja kehittämisinvestoinneista ovat pienentyneet, kun taas Aasian ja erityisesti Kiinan osuus on kasvussa. Kiinan tohtoritutkintojen määrä on juuri ohittamassa Yhdysvaltain uusien tohtoreiden määrän. Globaalien työmarkkinoiden olosuhteissa kilpailu huippuosaamisesta kasvaa maailmanlaajuisesti ja tutkijaliikkuvuuden rakenteet muuttuvat olennaisesti. Tutkimusjärjestelmien houkuttelevuuteen kiinnitetään entistä enemmän huomiota.

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

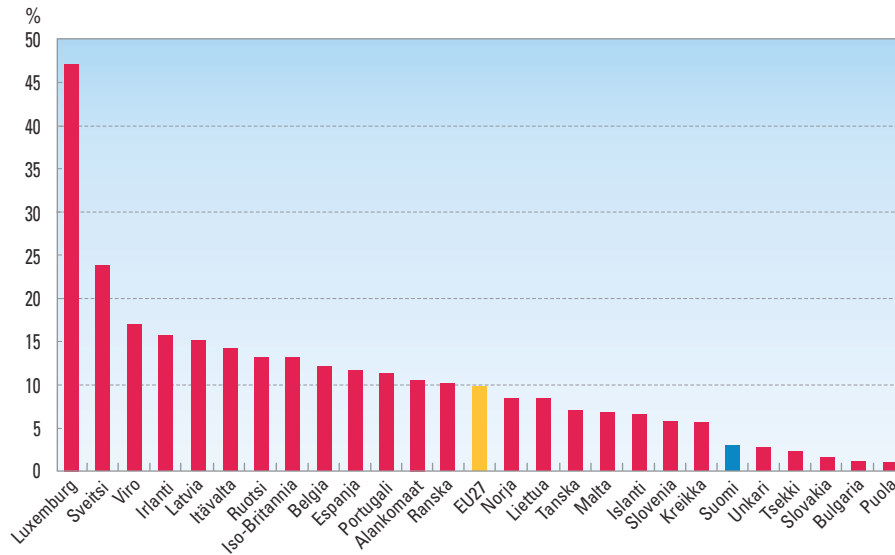
Kansainvälistymisen haasteisiin pyritään vastamaan tieteellisen laadun (excellence) kehittämisellä, tutkimusjärjestelmän houkuttelevuuden (mm. infrastruktuurit) parantamisella, kansainvälisenä yhteistyönä tehtävän tutkimuksen vahvistamisella ja liikkuvuuden lisäämisellä. Kansainvälistymisen yhtey-

dessä voimme puhua suomalaisesta paradoksista: kun otetaan huomioon Suomen tutkimusjärjestelmän resurssit ja taso, sen kansainvälistymisaste on poikkeuksellisen vähäinen.

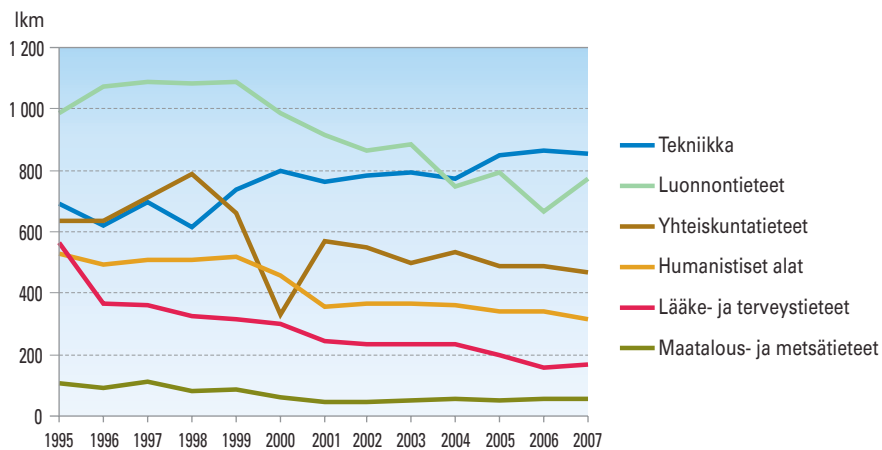
Liikkuvuus on erityisen tärkeää pienille maille. Vuonna 2006 Suomen tutkijakuntaan kuuluvista vain noin kolme prosenttia oli muissa maissa syntyneitä, kun EU 27 -maiden keskiarvo oli 10 prosent-

tia ja monissa suhteissa Suomeen verrattavien Irlannin, Ruotsin, Itävallan ja Alankomaiden yli 10 prosenttia (kuva 13).

Yliopistojen kansainväliset opettaja- ja tutkijavierailut lisääntyivät 1990-luvun ajan, mutta lähtivät sitten vuosikymmenen vaihteessa edelleen jatkuvaan laskuun lukuun ottamatta tekniikan aloja, joilla vierailujen määrä on kasvanut jatkuvasti (kuva 14).



Kuva 13. Ulkomailla syntyneiden osuus tutkimus- ja kehittämistoiminnan 25–64-vuotiaasta henkilöstöstä EU 27 -maissa ja valituissa maissa, 2006. *Lähde: OECD 2008d.*



Kuva 14. Yliopistojen kansainväliset opettaja- ja tutkijavierailut vuosina 1995–2007. *Lähde: Kota-tietokanta, opetusministeriö.*

Ulkomaalaisten jatko-opiskelijoiden määrät ovat kasvaneet kaikilla tieteenaloilla vuosina 1995–2007. Luonnontieteissä, yhteiskuntatieteissä ja humanistisissa tieteissä määrät ovat yli nelinkertaistuneet ja tekniikassa yli kolminkertaistuneet.

Eurooppalainen yhteistyö on ollut ja on olennaista suomalaisen tutkimuksen kansainvälistymisessä. EU on pääsääntöisesti ylivoimaisesti tärkein ulkomaisen rahoituksen lähde: tekniikassa sen osuus on yli 90 prosenttia, luonnontieteissä ja yhteiskuntatieteissä 85–90 prosenttia. Vain lääketieteissä ulkomaisten yritysten osuus on merkittävä, hieman yli 30 prosenttia.

EU-yhteistyön merkitys näkyy vahvasti suomalaisten tutkijoiden yhteisjulkaisemisessa. Yhteisjulkaiseminen on kasvanut yleistä kansainvälistä trendiä seuraten. Yhteisjulkaiseminen EU 25 -maiden tutkijoiden kanssa edustaa 55 prosenttia kaikesta yhteisjulkaisemisesta, kun vastaava luku Yhdysvaltojen kanssa on noin 14 prosenttia.

Tiedot viittaavat siihen, että humanistisilla ja yhteiskuntatieteellisillä aloilla eurooppalaisen julkaisuyhteistyön merkitys on ollut Suomen tutkimukselle erittäin suuri. Suomi kuuluu niiden maiden (Espanja, Ruotsi ja Norja) joukkoon, jotka ovat vahvistaneet erittäin paljon asemiaan eurooppalaisessa julkaisuyhteistyössä. Suomalaisten tutkijoiden eurooppalainen verkottuminen on monipuolistunut valtavasti viimeisten 15 vuoden aikana.

Tiede yhteiskunnassa

Suomalaisessa kulttuurissa on perinteisesti vallinnut vahva luottamus tiedon ja oppimisen merkitykseen kansalaisten ja kansakunnan elämässä. Tiedolla on ollut vahva rooli suomalaisessa sivistyskäsityksessä niin eliitin kuin kansanliikkeisiin nojaavassa sivistystyössä.

Suomi muodostaa yhdessä muiden Pohjoismaiden ja Alankomaiden kanssa eurooppalaisen maa-ryhmän, jossa kansalaisilla on erittäin hyvät tiedot luonnontieteen perusasioista. Suomalaisilla on hyvin positiivinen käsitys tutkijoista sekä tutkimuksen

asemasta teknologian kehittämisessä ja teollisuudessa. Suomalaiset ovat huomattavasti kiinnostuneempia kuin eurooppalaiset keskimäärin seuraamaan tietä koskevia uutisia. Amerikkalaisten tutkimusten mukaan suomalaisilla on kaiken kaikkiaan parempi tietämys tieteestä ja he suhtautuvat tieteeseen, teknologiaan ja niiden mahdollisuuksiin selvästi myönteisemmin kuin eurooppalaiset ja amerikkalaiset keskimäärin.

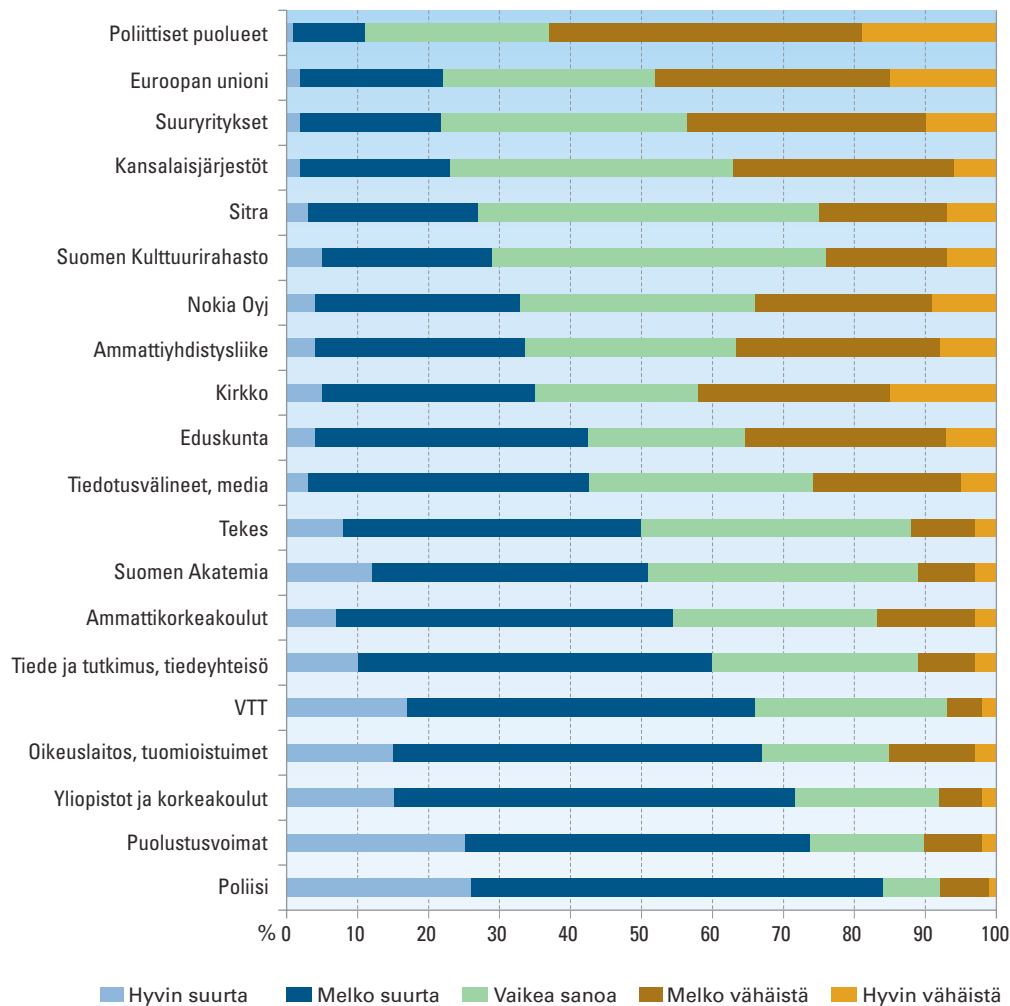
Eurooppalaisten tutkimusten mukaan suomalaiset nuoret uskovat EU 27 -maiden nuoria vahvemmin siihen, että tiede tuottaa enemmän hyötyjä kuin haittoja tai riskejä. He uskovat myös selvästi muita enemmän siihen, että tiede ja teknologia auttavat poistamaan maailman köyhyyttä ja nälkää sekä ratkaisemaan ihmiskunnan suuria ongelmia.

Suomalaiset tuntevat merkittävän suurta luottamusta tieteellisiin instituutioihin (kuva 15). Luottamus kaikkiin tieteeseen ja tutkimukseen liittyviin instituutioihin (yliopistot ja korkeakoulut, tiede ja tiedeyhteisö, Suomen Akatemia, VTT ja Tekes) on kasvanut 2000-luvun alusta lukien.

Kehittyneiden maiden tiede- ja teknologiapolitiikassa ovat viime vuosien aikana voimistuneet tehokkuus- ja vaikuttavuustavoitteet. Suomessa on muodostettu tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuudesta yhtenäinen näkemys ja esitystapa, *vaikuttavuuskehikko* (kuva 16). Vaikuttavuuden tarkastelu ja arviointi kohdistuu yhteiskunnan keskeisille osa-alueille ja ne tukevat tärkeiden yhteiskuntapoliittisten tavoitteiden toteutumisen seuranta.

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

Niitä yhteiskunnan keskeisiä osa-alueita, joiden suhteen tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia tarkastellaan, kutsutaan *vaikuttavuus-alueiksi*. Kunkin vaikuttavuusalueen sisällä tarkastellaan vaikuttavuuskehikkoon kuuluvia tietoja.



Kuva 15. Kuinka suurta luottamusta tuntee yhteiskunnan eri instituutioita kohtaan (%). Kyselytutkimus suomalaisille vuonna 2007. Lähde: Tiedebarometri 2007.

Kehittämistyössä lähdetään liikkeelle neljästä vaikuttavuusalueesta:

- *Talous ja uudistuminen:* Taloudelliset vaikutukset, kuten talouden kasvu, tuottavuus, kansainvälinen kilpailukyky, tuotantorakenteen uudistuminen, kulutus ja ostovoima sekä työllisyys.
- *Oppiminen, sivistys ja osaaminen:* Avainkysymyksiä vaikuttavuuden kannalta on, miten korkeatasoinen koulutus- ja tutkimusjärjestelmä on ja kuinka se on onnistunut luomaan suomalaisen yhteiskunnan kasvun, kehityksen ja sivistyksen edellyttämän osaamispohjan.

- *Suomalainen hyvinvointi:* Kokonaisuus, joka muodostuu objektiivisesta hyvinvoinnista, kuten terveys, elinolot ja toimeentulo sekä subjektiivisesta hyvinvoinnista, kuten sosiaaliset suhteet, itsensä toteuttaminen ja onnellisuus.
- *Ympäristö:* Luonnonsysteemien toimintaa ja tilaa kuvaavat indikaattorit, ympäristöä koskevan tieteellisen tutkimuksen, teknologian ja innovaatio-toiminnan tila ja kehitys.

Suomen tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan indikaattoriraportti, joka päivitetään joka vuosi, ilmestyy vuonna 2010.

VAIKUTUKSET

- kansantalouden kasvu, elinolojen kehittyminen, alueiden kehittyminen
- tiedollisten ja muiden osaamiseen liittyvien valmiuksien parantuminen
- hyvinvointitavoitteiden saavuttaminen
- luontoympäristön tilan kohentuminen

TUOTOKSET

- uusi tieto ja osaaminen sekä näiden leviäminen ja hyödyntäminen
- innovaatiot ja niiden kaupallistaminen
- uusien yritysten syntyminen
- olemassa olevien yritysten ja organisaatioiden suorituskyvyn parantaminen

TOIMINTA

- tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta
- koulutus
- käyttöönotto- ja hyödyntämisprosessit

PANOKSET

- materiaaliset ja inhimilliset voimavarat
- olemassa oleva tieto ja osaaminen
- innovaatioympäristö ja ennakointi

Kuva 16. Vaikuttavuuskehikon toimintalogiikka. Lähde: Lemola ym. 2008.

Yleisarvio Suomen tieteen tilasta ja tulevaisuudesta: kehittämissuunnat

Suomen tutkimusjärjestelmän kehitys 1960-luvulta tähän päivään on hyvä esimerkki siitä, kuinka pitkäjänteisellä ja määrätietoisella kehittämistyöllä voidaan päästä kansainvälisesti arvioiden merkittäviin tuloksiin.

Suomen tutkimus- ja kehittämistyön rahoitus bruttokansantuotteeseen suhteutettuna ylsi OECD-maiden keskitasolle (2,2 prosenttia) vuonna 1993, miltä tasolta se nousi hallituksen vuonna 1996 päättämän lisärahoitusohjelman ansiosta 3,4 prosenttiin vuonna 2000. Sen jälkeen se on pysytellyt tällä kansainvälisesti korkealla tasolla. Tutkijoiden määrä on kasvanut jatkuvasti erityisesti yliopistoissa, mutta runsaasti myös yrityssektorilla. Suomi saavutti 2000-luvun alussa ylivoimaisen kärkisijan maailmassa tutkijaintensiivisyydessä, eikä tämä kärkisija ole uhattuna viime vuosien lievän laskun jälkeenkään.

Vuonna 2008 Suomessa valmistui tohtoreita kaksinkertainen määrä vuoteen 1993 verrattuna, ja tohtoreiden kokonaismäärän lisäys tuona ajanjaksona on ollut huomattava. Tämä on ollut seurausta yliopistojen tulohajauksesta, jossa on kannustettu uusien tohtoreiden kouluttamiseen. Vuoden 2005 vertailussa Suomessa on ylivoimaisesti eniten tohtoreita EU-maista, 3,1 tohtoria tuhatta 25–34-vuotiaista kohti; toisena olevalla Saksalla vastaava luku oli 2,6. Runsas tohtorikoulutus on luonnollisesti tuonut hyötyjä Suomen yhteiskuntaan ja talouteen, mutta se ei ole ollut omiaan parantamaan yliopistojen tutkimusedellytyksiä: investoinnit ovat menneet koulutukseen tutkimuksen sijasta.

2000-luvun alkupuolella Suomen tieteellisten artikkelien lukumäärä suhteutettuna niin asukaslukuun kuin kansantuotteeseenkin oli noussut OECD-vertailussa neljänneksi suurimmaksi. Parin viime vuoden aikana tieteellisten artikkelien lukumäärä on laskenut. Erittäin merkittävänä muutoksena on pidettävä sitä, että tieteellisen merkittävyyden ja laadun mittarit (julkaisujen viittauskertoimet) ovat olleet laskusuunnassa, joka on alkanut vuosina 2000–2002. Tällä mittarilla mitattuna Suomen tie-

teellisen tutkimuksen laatu on nyt täsmälleen OECD-maiden keskitasoa ja pohjoismaisessa tarkastelussa heikoin.

Yksi tähän kehitykseen vaikuttava tekijä saattaa olla se, että Suomen tutkimusrahoituksessa sekä tiede- ja teknologiapoliittisessa keskustelussa on vahvasti soveltavaan tutkimukseen kannustavia piirteitä. Yliopistoissa tehdään suhteettoman paljon soveltavaa tutkimusta ja kehittämistyötä perustutkimuksen kustannuksella. Viime vuosien keskeiset politiikka-asiakirjat ovat asettaneet tieteellisen tutkimuksen ensisijaisesti teknologisetaloudelliseen kontekstiin. Muita tekijöitä voivat olla tutkijakoulutettaviin painottuva tutkijakunnan rakenne, tieteellisen infrastruktuurin taso, tutkimusjärjestelmän vähäinen kansainvälistyminen sekä rahoitusta ohjaavien periaatteitten ja tieteellisen johtajuuden puutteet.

Akatemia esittää, että

- Suomen tieteellisen tutkimuksen tuloksellisuuden ja laadun kehittämiseksi on laadittava *kansallinen tiedestrategia*. Siinä esitetään kehittämisen tavoitteet 10 vuoden aikajänteellä ja niiden saavuttamiseen tarvittava keinovalikoima.

Akatemia esittää tehtyjen vertailujen ja analyysien johtopäätöksinä keskeisiksi kehittämiskohteiksi seuraavia:

Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistäminen

- Tutkimusjärjestelmän kansainvälistä houkuttelevuutta on lisättävä niin liikkuvuuden kuin kansainvälisen yhteistyön mielessä. Keskeisiä toimia ovat tutkimuksen infrastruktuurien parantaminen sekä yliopistojen ja Akatemian kannustimien kehittäminen kansainvälistymistä suosivaksi.
- Tutkijakouluja on kansainvälistettävä siten, että tutkijaksi opiskeleva aloittaa kansainvälisen verkottumisen jo opiskeluaikana.
- Verkottumisen kannalta suomalaisten tutkijoiden ja organisaatioiden entistä aktiivisempi osallistuminen EU:n tasolla koordinoituihin ohjelmiin on ensiarvoisen tärkeää.

Tohtorikoulutus ja tutkijanura

- Väittelyikä on alennettava merkittävästi.
- Kannusteita ja rahoituskriteereitä tulee kehittää siten, että suomalaisten tutkijaryhmien rakenteessa painopistettä siirretään jatko-opiskelijoista senioritutkijoihin.

Luovat tutkimusympäristöt ja yhteistyö

- Uusia rahoitusmuotoja on kehitettävä, jotta mahdollistetaan nykyistä pitkäjänteisempi ja joustavampi rahoitus korkean tieteellisen tason saavutaneille luoville ryhmille.
- Luovien tutkimusympäristöjen kehittämisessä on nykyistä suurempi liikkuvuus organisaatioiden ja tieteenalojen välillä tärkeää.
- Strategisen huippuosaamisen keskittymissä tulee vahvistaa tieteellisen tutkimuksen asemaa toimialojen radikaalissa uudistamisessa.

Tutkimuksen infrastruktuurit

- Suomen kansallisessa infrastruktuuritiekartassa arvioitujen investointien toteuttaminen vuoteen 2016 mennessä on välttämätöntä.
- Suomen on luotava tieteellisten infrastruktuurien koordinoitu rahoitusjärjestelmä. Ehdotetun infrastruktuuritoimikunnan sijoittaminen Suomen Akatemian yhteyteen on luonteva ratkaisu.

Tiede yhteiskunnassa

- Koulutus- ja tutkimusjärjestelmää on tarkasteltava yhtenä kokonaisuutena tutkimuksen rekrytointipohjan vahvistamiseksi.
- Näyttöön perustuvan yhteiskuntapolitiikan (evidence-based policy) periaatteet ja käytänteet on otettava käyttöön, jotta tieteellisen asiantuntemuksen asema vahvistuisi yhteiskuntapoliittisessa valmistelussa.
- Pitkäjänteinen tieteellinen tutkimus on edelleen teknologisen kehittämisen ja innovaatiotoiminnan avain.
- Verkottumista ja kansalaisten ja organisaatioiden osallisuutta kehitetään tutkimuksen yhteiskunnallisen vaikuttavuuden tehokkaimpana kanavana.

KUVIEN LÄHTEET

- Lemola, Tarmo; Lehenkari, Janne; Kaukonen, Erkki & Timonen, Juhani 2008. Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit (VINDI). Suomen Akatemian julkaisuja 6/2008.
- OECD 2008a. Main Science and Technology Indicators, Volume 2008/1. OECD 2008.
- OECD 2008b. Main Science and Technology Indicators. Volume 2008/2. OECD 2008. –luvun 2
- OECD 2008c. OECD Science, Technology and Industry Outlook. OECD 2008. –luvun 1
- OECD 2008d. The Global Competition for Talent: Mobility of the Highly Skilled. OECD 2008. –kv-luvun
- Tiedebarometri 2007. Tutkimus suomalaisten suhtautumisesta tieteeseen ja tieteellis-tekniseen kehitykseen. Tieteen tiedotus ry. Helsinki 2007.
- Tilastokeskus 2009. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat. Tutkimus- ja kehittämistoiminta. http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/ttt/tkke_fi.asp