

Suomen Akatemian julkaisuja 6/08

VAIKUTTAVUUS- KEHIKKO JA INDIKAATTORIT



Tarmo Lemola
Janne Lehenkari
Erkki Kaukonen
Juhani Timonen



SUOMEN AKATEMIA
TIETEEN RAHOITTAJA JA ASIANTUNTIJA

VAIKUTTAVUUS-
KEHIKKO JA
INDIKAATTORIT

Tarmo Lemola
Janne Lehenkari
Erkki Kaukonen
Juhani Timonen

SUOMEN AKATEMIA LYHYESTI

Suomen Akatemia rahoittaa korkealaatuisia 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 260 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 perustutkimus tuottaa uutta tietoa ja uusia osaajia. Akatemia kuuluu opetusministeriön hallinnonalaan ja saa rahoituksensa valtion budjettivaroista.

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

Taitto: DTPage Oy

ISSN 0358-9153

ISBN 978-951-715-712-4 (pdf)

SISÄLTÖ

Yhteenveto	8
Executive summary	11
1 Hankkeen tausta, tavoite ja toteutus	15
2 Peruskäsitteet ja näiden keskinäissuhteet	18
2.1 Tiede, teknologia, innovaatiot	18
2.2 Tieteen, teknologian ja innovaatioiden keskinäissuhteet	22
3 Tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuuden jäsentäminen	24
4 Kansainvälinen katsaus	30
4.1 Yhdysvaltain Tiedesäätiön Science and Engineering Indicators -julkaisu	30
4.2 OECD:n indikaattorijulkaisut	34
4.3 Euroopan komission European Innovation Scoreboard -julkaisu	39
4.4 Muita indikaattorijulkaisuja	40
5 Kotimainen katsaus	42
5.1 Tekesin arviointitoiminta	42
5.2 Suomen Akatemian arviointitoiminta	43
5.3 Tilastokeskuksen Tiede-, teknologia ja tietoyhteiskunta -tilastot	45
5.4 Opetusministeriön piirissä tehtävä korkeakoulujen arviointitoiminta ja KOTA-tietokanta	46
5.5 Muita julkaisuja ja aineistoja	47
5.6 Yhteenvetotaulukko	49
6 Ehdotus vaikuttavuuskehikoksi	50
6.1 Vaikuttavuuskehikon toimintalogiikka	50
6.2 Vaikuttavuuskehikon peruselementit	52
6.3 Indikaattorityön suurin haaste: osista kokonaisuuteen ja vaikutusprosesseihin	55
7 Indikaattorit vaikuttavuusalueittain	57
8 Johtopäätöksiä ja suosituksia	63
9 Lähdeluettelo	66

Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen Akatemia		Päivämäärä Joulukuu 2008
Tekijä(t)	Tarmo Lemola, Janne Lehenkari, Erkki Kaukonen ja Juhani Timonen		
Julkaisun nimi	Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit		
Tiivistelmä	<p>Raportissa julkaistaan tulokset Suomen Akatemian ja Tekesin vuonna 2008 käynnistä- mästä vaikuttavuusarvioinnin kehittämishankkeesta Vaikuttavuuskehikko ja indikaat- torit (VINDI). Raportissa esitetään tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikuttavuuden kokonaisnäkemyksen eli vaikuttavuuskehikko ja määritellään vaikuttavuutta kuvaavia tärkeimpiä indikaattoreita.</p> <p>Tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikuttavuuden jäsentäminen on haastavaa muun muassa vaikutusten toteutumisen pitkän aikajänteen ja välillisyyden vuoksi. Usein vaikutuksia ei voida johtaa yksittäisistä panostuksista tai toiminnoista. Vaiku- tusten toteutumisen keskeisenä sisältönä on uuden tiedon, teknologian ja asiantunte- muksen välittyminen ja hyödyntäminen yhteiskunnan eri osa-alueilla.</p> <p>Kansainvälisissä tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita käsittelevissä indikaattorijulkai- suissa on keskitytty panos- ja tuotostekijöihin. Vaikutuksia koskevia indikaattoreita on esitetty vähän. Tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikutuksia käsittelevän kotimai- sen aineiston hyödyntämistä vaikeuttaa aineiston hajanaisuus ja yhteismitattomuus.</p> <p>Hankkeessa tehdään ehdotus tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikuttavuus- kehikoksi, joka tarkoittaa yhtenäistä esitystapaa tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikutusten ja vaikutusindikaattoreiden kuvaamiseksi ja jäsentämiseksi. Perinteisiin panos-toiminta-tuotos-malliin verrattuna vaikuttavuuskehikossa edetään päinvastai- sessa järjestyksessä vaikutuksista ja tuloksista panoksiin. Keskeinen kysymys vaikutta- vuuskehikossa on, millaisia kokonaisvaikutuksia tieteeltä, teknologialta ja innovaatioil- ta odotetaan ja on odotettavissa. Tavoitteena on vaikutusten normatiivinen tarkastelu ja tarkastelun kytkeminen osaksi tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan strategista kehittämistä.</p> <p>Vaikuttavuuskehikossa tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikutuksia tarkastellaan neljällä keskeisellä yhteiskunnan osa-alueella, joista käytetään nimitystä vaikutta- vuusalue. Vaikuttavuusalueet ovat 1. talous ja uudistuminen, 2. oppiminen ja osaami- nen, 3. suomalaisten hyvinvointi ja 4. ympäristö. Kunkin vaikuttavuusalueen sisällä tarkastellaan indikaattoreina panoksia, tuotoksia, toimintoja ja prosesseja sekä talou- dellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia koskevia tietoja.</p> <p>Johtopäätöksenä raportti toteaa erilaisia panoksia, toimintoja ja tuotoksia kuvaavia indikaattoreita olevan runsaasti saatavilla. Suurin puute on työstetyistä tieteen, tekno- logian ja innovaatiotoiminnan taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia indikoivista tiedoista sekä erityisesti indikaattoreista, jotka tarjoaisivat mahdollisuuden pidempien vaikutusketjujen etenemisen seurantaan. Jatkotyössä indikaattoreiden kehittämistä suositetaan kohdistamaan neljään nimettyyn vaikuttavuusalueeseen, joihin liittyviä panos-, toiminta-, tuotos-, ja vaikutusindikaattoreita tietolähteineen on kerätty raporttiin jatkotyön pohjaksi.</p>		
Asiasanat	vaikuttavuusarviointi, vaikuttavuus, vaikuttavuuskehikko, indikaattorit, tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikka		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen Akatemian julkaisuja 6/08		
ISSN	0358-9153		
ISBN	Painetulle kirjalle annettu tunnus	Pdf-versiolle annettu tunnus 978-951-715-712-4	
Sivumäärä	68		
Julkaisun jakaja	Suomen Akatemia, PL 99, 00501 Helsinki, viestinta@aka.fi		
Julkaisun kustantaja	Suomen Akatemia		
Painopaikka ja -aika			
Muut tiedot	www.aka.fi/julkaisut		

Description

Publisher	Academy of Finland	Date	December 2008
Author(s)	Tarmo Lemola, Janne Lehenkari, Erkki Kaukonen and Juhani Timonen		
Title	Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit (The Impact Framework and Indicators for Science, Technology and Innovation)		
Abstract	<p>The results of the project titled the Impact Framework and Indicators for Science, Technology and Innovation, launched in 2008 by the Academy of Finland and Tekes are published in this report. The report presents an overall view of the effectiveness of science, technology and innovation, also referred to as an impact framework, and defines the most important indicators of effectiveness.</p> <p>The challenges involved in defining the effectiveness of science, technology and innovation include factors such as the long time span involved and the implicit nature of some impacts. Many international publications on the topic have focused on the indicators concerning input and output factors.</p> <p>This project puts forward a proposal for an impact framework for science, technology and innovation. The impact framework here refers to a stylised presentation that supports characterisation and examination of the impacts of science, technology and innovation. The basic structure of the impact framework complies with the conventional input-activity-output model, with the exception that the model is operated in reverse order. The key question from the point of view of the impact framework is what overall impacts are expected of science, technology and innovation, and what impacts can be expected. The aim is examination of the impacts on a normative basis and enabling such examination to be used for the strategic development of science, technology and innovation policy.</p> <p>Within the impact framework, the impacts of science, technology and innovations are examined in relation to four key areas of society and the economy, called impact areas. They are: 1. the economy and renewal, 2. learning and skills, 3. the Finns' well-being, and 4. the environment.</p> <p>In conclusion, the report states that there are a great many indicators available addressing inputs, outputs and activities of science, technology and innovation. However, there is a shortage of indicative data about the social and economic impacts of science, technology and innovation, and particularly of indicators that would enable tracing of successive chains of impacts. The report recommends that further work should focus on the four impact areas named above. The project has made an effort to compile indicators related to these areas in the report for use in further work.</p>		
Key words	impact assessment, impact, impact framework, indicators, science, technology and innovation policy		
Name and number of series	Publication of the Academy of Finland 6/08		
ISSN	0358-9153		
ISBN	Print	Pdf	978-951-715-712-4
Number of pages	68		
Distributed by	Academy of Finland, POB 99, FI-00501 Helsinki, viestinta@aka.fi		
Published by	Academy of Finland		
Place and date of printing			
Other information	www.aka.fi/publications		

YHTEENVETO

Projektin tausta ja tavoitteet

Liittyen Tiede- ja teknologiaaneuvoston vuonna 2007 esittämään kannanottoon vaikuttavuuden arvioinnin ja ennakkoinnin kehittämisestä Tekes ja Suomen Akatemia käynnistivät vuoden 2008 alussa VINDI-projektin (Vaikuttavuuskehikko ja indikaattorit -projekti). Projektin tavoitteeksi asetettiin muodostaa tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan vaikuttavuuden kokonaisnäkemys (vaikuttavuuskehikko) sekä määritellä vaikuttavuutta kuvaavia tärkeimpiä indikaattoreita ja niiden tietolähteitä. Näitä tavoitteita koskevat tulokset julkaistaan tässä raportissa. Myöhempanä tavoitteena on laatia julkaisu, joka kuvaa tiedon ja osaamisen muutoksia ja niiden vaikutuksia Suomessa indikaattoreiden avulla. Tämä työvaihe toteutetaan erillisenä hankkeena.

Toimeksiannon mukaisesti VINDI-projektin peruskäsitteiksi on nostettu tiede, teknologia ja innovaatiot. Kaikkiin näihin liittyy vielä neljäntenä käsitteenä tutkimus- ja kehittämistoiminta. Projektissa on omaksuttu näiden käsitteiden laaja ymmärtäminen ja määrittely. Tieteen, teknologian ja innovaatioita koskevien indikaattoreiden kannalta keskeisiä toimintoja ovat tutkimus- ja kehittämistyö ja innovaatio toiminta yhtäläisyyksineen, päällekkäisyyksineen ja eroineen. VINDI-projektissa on päädytty siihen, että indikaattoreiden kehittämistyön tässä alkuvaiheessa koulutus omana toiminnallisena kokonaisuutenaan jää tarkastelun ulkopuolelle. Koulutus ja oppiminen eri muodoissaan ovat kuitenkin monien tutkimus-, kehittämis- ja innovaatio toimintaan painottuvien indikaattoreiden osana.

Vaikuttavuuden jäsentäminen

Tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan vaikuttavuuden jäsentämisessä panos-toiminta-tuotos -malli on yleinen ajattelua ohjaava lähestymistapa. Tämä malli kohtaa kuitenkin useita vaikeuksia, kun tarkastelutasoksi nostetaan tutkimus- ja kehittämispanosten yhteiskunnalliset vaikutukset koko kansantalouden tasolla. Vaikutusten toteutuminen vaatii pitkän aikajänteen jopa välittömiin hyötyihin tähtäävässä yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminnassa saati perustutkimuksessa. Pitkäkestoisuuteen liittyen vaikuttavia tekijöitä kertyy monia, jotka myös muuttuvat ja vaihtuvat prosessin kuluessa. Monet tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan vaikutukset ovat epäsuoria eikä niitä voida johtaa yksittäisistä panostuksista tai toimintoista.

Taloudellisen hyödyn lisäksi tutkimuskirjallisuudessa on eritelty suuri joukko tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan vaikutuksia, joista vain osa on kvantifioitavissa. Näitä vaikutuksia ovat muun muassa tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan vaikutukset kulttuuriin, hyvinvointiin, päätöksentekoon, ympäristöön ja terveyteen. Vaikutukset toteutuvat moninaisten sosiaalisten, kognitiivisten ja institutionaalisten prosessien välityksellä. Prosessien keskeisenä sisältönä on uuden tiedon, teknologian ja asiantuntemuksen välittyminen ja hyödyntäminen yhteiskunnan eri osa-alueilla kuten talous- ja työelämässä, politiikassa ja hallinnossa sekä kansalaisyhteiskunnassa.

Kansainvälisesti tunnetuissa tiedettä, teknologiaa ja innovaatio toimintaa käsittelevissä indikaattorijulkaisuissa on läpi-

käyvänä piirteenä esitettyjen indikaattoreiden keskittyminen tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan panos- ja tuotostekijöihin. Tätä tietoa – kuten indikaattoreita tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahallisista ja työvoimapanoksista – on tarjolla kattavasti ja pitkältä aikaväliltä kiitos OECD:n ja Yhdysvaltain tiedesäätiön pitkäjänteisen toiminnan. Vaikutuksia koskevia indikaattoreita on esitetty vähän. Paremminkin sääntö kuin poikkeus on, että käytettyjen indikaattoreiden valintaperusteet ja keskinäiset suhteet jäävät useimpien indikaattorijulkaisujen osalta epäselviksi. Indikaattoreita on usein sisällytetty mukaan helpon käyttöönnoton ja konventionaalisuuden perusteella ilman, että valinnan taustalla olevia oletuksia tuotaisiin esiin ja perusteltaisiin.

Kotimaassa on toteutettu aktiivisesti tiedettä, teknologiaa ja innovaatiotoimintaa käsittelevää arviointitoimintaa ja indikaattoreiden kehitystyötä erityisesti Tekesin ja Suomen Akatemian piirissä. Panos- ja tuotostekijöiden lisäksi Suomessa on analysoitu myös tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia yhteiskuntaan ja talouteen. Ongelmana on aineiston hajanaisuus ja yhteismitattomuus. Toimijat ovat tuottaneet aineistoa toisistaan riippumatta organisaatiokohtaisia tarpeitaan varten.

Vaikuttavuuskehikko

Huolimatta edellä luetelluista vaikeuksista mallintaa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia ja näitä käsittelevien indikaattoreiden puutteesta, hankkeessa tehdään ehdotus tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuuskehikoksi. Vaikuttavuuskehikko tarkoittaa yhtenäistä esitystapaa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutusten kuvaamiseksi ja analysoimiseksi.

si. Tavoitteena on ollut, että kehikko kattaa tieteen, teknologian ja innovaatioiden kehittämisen eri vaiheet panostuksista tulosten hyödyntämiseen ja niiden vaikutuksiin. Tärkeänä on pidetty sitä, että vaikuttavuuskehikko tarjoaa väli-neen vuoropuheluun ja oppimiseen eri toimijoiden välillä tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksista sekä jatkotyötä suuntaavan pohjan indikaattoreiden kehittämiseksi.

Vaikuttavuuskehikon perusrakenne noudattaa perinteistä panos-toimintatuotos- mallia sillä poikkeuksella, että vaikuttavuuskehikossa edetään perinteiseen malliin verrattuna päinvastaisessa järjestyksessä. Sen sijaan, että lähdettäisiin liikkeelle yksittäisistä panostuksista ja analysoitaisiin niillä aikaansaatuja tuloksia ja vaikutuksia yhteiskuntaan ja talouteen, vaikuttavuuskehikossa lähdetään etsimään vastauksia kysymykseen, millaisia kokonaisvaikutuksia tieteeltä, teknologialta ja innovaatiotoiminnalta odotetaan ja on odotettavissa. Vaikuttavuuskehikon perusajatuksena on se, että tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutusten tarkastelun ja arvioinnin tulee ensisijaisesti kohdistua yhteiskunnan keskeisille osa-alueille, ja niiden tulee tukea tärkeiden yhteiskuntapolitiittisten tavoitteiden toteuttamisen seuranta. Tämä käänteinen, vaikutuksista lähtevä lähestymistapa tarjoaa mahdollisuuden tarkastella tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia normatiivisesti sekä osana tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan strategista kehittämistä.

Vaikuttavuuskehikossa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia tarkastellaan neljällä keskeisellä yhteiskunnan osa-alueella. Näistä osa-alueista käytetään nimitystä *vaikuttavuusalue*. Kunkin vaikuttavuusalueen sisällä tarkastellaan indikaattoreina panok-

sia, tuotoksia, toimintoja ja prosesseja sekä taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia koskevia tietoja. Vaikutuksia koskevat tiedot voivat olla välittömiä tai välillisiä, mutta keskeisenä vaatimuksena on se, että ne selkeästi indikoivat panostuksista ja toiminnasta saatuja hyötyjä tai muita positiivisia etuja yksilöille, yhteisöille ja suomalaiselle yhteiskunnalle kokonaisuudessaan. Vaikuttavuusalueet ovat seuraavat:

- *Talous ja uudistuminen.* Tämä vaikuttavuusalue kattaa erityisesti tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan taloudelliset vaikutukset.
- *Oppiminen ja osaaminen.* Tähän vaikuttavuusalueeseen kuuluvat tutkimus- ja kehittämistoiminnan ns. välittömät vaikutukset kuten tiedon määrän lisääntyminen, osaava työvoima ja asiantuntijaverkostot.
- *Suomalaisten hyvinvointi.* Tämä vaikuttavuusalue sisältää tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutukset niin objektiivisiin kuin subjektiivisiin hyvinvoinnin osatekijöihin kuten terveyteen ja sosiaalisiin suhteisiin.
- *Ympäristö.* Tämä vaikuttavuusalue kattaa vaikutukset, joita tieteeltä, teknologialta ja innovaatiotoiminnalta on odotettavissa suhteessa ympäristön asettamiin haasteisiin kuten ilmastonmuutokseen.

Johtopäätökset ja suositukset

Jatkotyössä indikaattoreiden kehittäminen tulisi kohdistaa edellä nimettyihin neljään vaikuttavuusalueeseen. Tehty työ on osoittanut, että erilaisia panoksia, toimintaa ja tuotoksia kuvaavia indikaattoreita on runsaasti saatavilla. Niitä on koottu ja analysoitu projektissa. Suurin puute on hyvistä tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia indikoivista tiedoista sekä erityisesti indikaattoreista, jotka tarjoaisivat mahdollisuuden pidempien vaikutusketjujen etenemisen seurantaan. Indikaattorityön jatkuva haaste on löytää keinoja kuvata ja analysoida kokonaisia vaikutusketjuja, jossa vaikutukset, tuotokset, toiminnot ja panostukset eivät jäisi toisistaan irrallisiksi vaan niiden välisiä suhteita pystyttäisiin ymmärtämään ja arvioimaan entistä paremmin.

EXECUTIVE SUMMARY

Background and objectives of the project

In 2007, the Science and Technology Policy Council of Finland made a statement on the assessment and forecasting of the effectiveness of science, technology and innovation in Finland. As a response to the statement, the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation, Tekes, and the Academy of Finland initiated a project titled the Impact Framework and Indicators for Science, Technology and Innovation (VINDI) in early 2008. The first goal of the project was to create an overall view – called an impact framework – of effectiveness of science, technology and innovation. The second goal was to determine the most important indicators of effectiveness, as well as their sources of data. The results concerning these goals are published in this report. A future objective is to create a publication that describes the changes in knowledge and expertise in Finland and tracks the impacts of these changes by means of indicators. This work phase is to be accomplished in a separate project.

In accordance with the assignment, the basic concepts used in the project are science, technology and innovation. These concepts are complemented by the concept of research and development (R&D) activities. The project has adopted a broad conceptual understanding and definition of these core concepts. Concerning the indicators on science, technology and innovation, R&D and innovation activities are

the key areas of interest with certain similarities, overlaps and differences. At this initial phase, the project has concluded that education as a functional unit of its own is outside the focus of the development work. It is recognized that different forms of education and learning are, nonetheless, present in many indicators on R&D and innovation activities.

Framing the Effectiveness of Science, Technology and Innovation

On many occasions, the effectiveness of science, technology and innovation is framed by using the so-called input-activity-output model. This model is far from satisfactory, however, when the social and economic impacts of R&D activities are observed at the level of the national economy. Fulfilment of impacts requires a long time span even in the case of business-oriented R&D, not to mention basic research. As a consequence of the long time span, many factors that are evolving and changing in nature have an effect on the impacts achieved. Furthermore, a large number of impacts of science, technology and innovation are implicit in nature and they cannot be traced back to single inputs or activities.

In addition to economic benefits, research literature has identified several impacts of science, technology and innovation, only some of which are quantifiable. These impacts include the impacts of science, technology and innovation on culture, welfare, decision-making processes, environment and

health. The impacts are realized through a diverse mixture of social, cognitive and institutional processes. The key driver of these processes is diffusion and utilization of new knowledge, technology and expertise in different areas of society including economic and working life, politics and government, as well as civil society.

One feature that many internationally well-known indicator reports on science, technology and innovation share is an exclusive focus on the indicators concerning input and output factors. Long time-series of input and output data, such as indicators on financial and labour force inputs of R&D, are readily available thanks to the long-lasting efforts of the OECD and the U.S. National Science Foundation. There are scant indicators on the impacts of science, technology and innovation, however. It is not unusual for indicator reports that the selection criteria and interrelationships of indicators are not explicitly addressed. The choice of indicators is often based on convention or availability of suitable data, which leaves underlying assumptions implicit and without justification.

In the Finnish context, both Tekes and the Academy stand out as active contributors to evaluation practices and indicator development efforts dedicated to science, technology and innovation. In addition to input and output factors, there are also analyses of the social and economic impacts of science, technology and innovation. The fragmentation and incomparability of the data available are problems to be overcome as organisations have usually produced data for their own needs independently.

The Impact Framework

To summarize the discussion above, there are obvious difficulties in modelling the impacts of science, technology and innovation and there is also lack of suitable impact indicators. Nonetheless, the project makes a proposal for the impact framework of science, technology and innovation. The impact framework here means a stylized presentation that supports characterization and examination of the impacts of science, technology and innovation. The aim is that the framework should cover all the phases of development of science, technology and innovation starting from input factors up to utilization of outputs and their final impacts. It is emphasized that the impact framework provides a means for dialogue and reciprocal learning among different stakeholders about the impacts of science, technology and innovation, as well as a platform for further development work on indicators.

The basic structure of the impact framework complies with the conventional input-activity-output model, with the exception that the model is operated in reverse order. Instead of analysing singular inputs and corresponding social and economic outputs achieved by them, the operation of the impact framework starts with the question of what kind of overall impacts of science, technology and innovation are to be expected and anticipated. The basic idea behind the impact framework is that the analysis and assessment of the impacts of science, technology and innovation should primarily focus on the key areas of society and economy. The analysis

and assessment should also support monitoring of the fulfilment of objectives important in the social and economic policy. This reverse, impact-bound approach enables examination of the impacts of science, technology and innovation on a normative basis, as well as part of strategic development of science, technology and innovation policy.

Within the impact framework, the impacts of science, technology and innovations are examined in relation to four key areas of society and economy. These key areas are named as impact areas. Each impact area comprises indicators of relevance that are based on data on the inputs, outputs, activities and process, as well as on social and economic impacts. Data on the impacts may be detected directly or indirectly but the key requirement is that the data used clearly indicate benefits or other advantages that are derived from the inputs and activities and that are of benefit for individuals, communities and the Finnish society and economy as a whole. The impact areas are as follows:

- *The economy and renewal.* This impact area addresses the economic impacts of science, technology and innovation.
- *Learning and skills.* The impact area of learning and skills includes the impacts of R&D and innovation activities on the accumulation of knowledge, skilled labour force and networks of experts.

- *Finns' well-being.* This impact area consists of impacts of science, technology and innovation on the objective and subjective factors of well-being, such as health and social relations.
- *Environment.* The impact area of environment addresses the impacts expected from science, technology and innovative activities in the face of environmental challenges such as the climate change.

Conclusions and Recommendations

Further development work should focus on the four impact areas named above. The work undertaken in this project has proven that there is a great deal of indicators available addressing inputs, outputs and activities of science, technology and innovation. The project has made an effort to compile and scrutinize these indicators. There is a lack of satisfactory indicative data about the social and economic impacts of science, technology and innovation. In particular, there is a shortage of indicators that would enable tracing of successive chains of impacts. The ongoing challenge of indicator development work is to find ways to describe and analyze the full-scale chains of impacts, in which the relations of impacts, outputs, activities and inputs could be understood and evaluated with increasing accuracy.

I HANKKEEN TAUSTA, TAVOITE JA TOTEUTUS

Suomen kansallisessa kehittämisstrategiassa tiedolla ja osaamisella on jo pitkään ollut keskeinen rooli. On katsottu, että talouden, työllisyyden ja hyvinvoinnin myönteinen kehitys on kiinteästi sidoksissa uuden tiedon ja osaamisen tuottamiseen ja soveltamiseen. Uudet innovaatiot tuotteissa ja palveluissa perustuvat kasvavassa määrin tieto- ja osaamis-
pääomaan. Innovaatiovetoisessa kehitysvaiheessa erityisenä haasteena on kyetä luomaan omia ja omaperäisiä ratkaisuja.

On myös nähtävissä, että tutkimuksen ja koulutuksen määrälliset tavoitteet on Suomessa jo pitkälti saavutettu (Mali-ranta & Ylä-Anttila 2007). Nyt kasvu pohjautuu tiedon ja osaamisen intensiiviseen kasvuun. Tiedon tuotannon tehostaminen ja erityisesti tuotetun tiedon hyödyntäminen laaja-alaisesti ja monipuolisesti ovat nousseet keskeiseen asemaan yhteiskuntaelämän eri osa-alueilla. Tämä koskee niin poliittista päätöksentekoa ja sen valmistelua kuin yritystoimintaa sekä julkista palvelutoimintaa.

Keskeisiä keinoja tiedon ja osaamisen tuottamisessa ja soveltamisessa ovat koulutus sekä tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta. Koulutuksen avulla luodaan teoreettisia ja käytännöllisiä valmiuksia niin työelämää kuin muuta elämää varten. Tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan avulla puolestaan synnytetään uutta tietoa ja uusia sovelluksia sekä kehitetään tuote-, prosessi-, palvelu- ja sosiaalisia innovaatioita. Hyvin tärkeässä asemassa on myös työssä oppimisen kautta tapahtuva tiedon ja osaamisen kumuloituminen ja tämän hyödyntäminen.

Kansallisen strategian mukaisesti julkiset ja yksityiset toimijat ovat lisänneet panostuksia tutkimus-, kehittämis- ja koulutustoimintaan. Panostukset, tähän mennessä saavutetut hyvät tulokset sekä kasvavat tulosodotukset ovat lisänneet tarvetta selvittää entistä tarkemmin politiikkatoimien ja rahoituksen vaikuttavuutta sekä tulevia kehittämismahdollisuuksia. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto painotti elokuussa 2007 valmistuneessa vaikuttavuuden arvioinnin ja ennakoinnin kehittämistä koskevassa kannanotossaan, että vaikka Suomessa on edistytty vaikuttavuuden arvioinnissa tyydyttävästi, arviointitoimintamme on kuitenkin kokonaisuudessaan hajanaista ja kertaluonteista.

Tältä pohjalta Tekes ja Suomen Akatemiat käynnistivät vuoden 2008 alussa projektin, josta on käytetty lyhennettä VINDI-projekti. Projektin tavoitteeksi asetettiin muodostaa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuuden kokonaisnäkemys (vaikuttavuuskehikko) sekä määritellä vaikuttavuutta kuvaavia tärkeimpiä indikaattoreita ja niiden tietolähteitä. Tämän pohjalta tullaan laatimaan julkaisu, joka kuvaa tiedon ja osaamisen muutoksia ja niiden vaikutuksia Suomessa indikaattoreiden avulla. Viimeksi mainittu työvaihe ei ole kuulunut VINDI-projektin tehtäviin, vaan se toteutetaan erillisenä hankkeena.

Projektissa on käytetty käsitteitä vaikutus ja vaikuttavuus synonyymeina, ja molemmissa tapauksissa nämä käsitteet on ymmärretty laajasti. Periaatteessa vaikuttavuus (effectiveness) voidaan rajata tarkoittamaan sitä, missä määrin

suunnitellut toimenpiteet toteutetaan ja tulokset saavutetaan ja millaisia vaikutuksia saavutuksilla on ollut. Eron tekeminen suunniteltujen ja ei-suunniteltujen vaikutusten välillä olisi kuitenkin käytännössä mahdotonta. Tämä on tarkoittanut myös sitä, että vaikutuksia ei ole lähtökohtaisesti tarkasteltu yksittäisten suorittaja- ja tai rahoittajaorganisaatioiden näkökulmasta. Jos tällainen eriyttäminen osoittautuu tarpeelliseksi, se voidaan tehdä tapauskohtaisesti myöhemmin.

Myöskään vaikutusten osalta projektissa ei ole tehty tiukkoja määrittelyjä ja rajoituksia, vaan lähtökohtana on ollut, että vaikutukset ymmärretään laajasti. Vaikutusten piiriin on sisällytetty sekä välittömät että välilliset vaikutukset, ja vaikutusalueiden osalta lähtökohtana on ollut laaja kattavuus. Mukaan on otettu tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutukset talouteen, muuhun yhteiskuntaan, hyvinvointiin, terveyteen, ympäristöön, osaamis pohjaan jne. Jos vaikutusalueiden määrästä joudutaan tinkimään, tämä tehdään tietojen saatavuuden, alueiden tärkeyden tai muun vastaavan syyn perusteella.

Kattavuus on koskenut myös tieteen ja teknologian aloja sekä innovaatiotyyppejä. Mukana ovat periaatteessa kaikki tieteen alat perusluonnontieteistä ja lääketieteistä yhteiskunta- ja humanistisiin tieteisiin, ja sama laaja-alaisuus koskee myös teknologian aloja. Innovaatiotyypeistä lähtökohtana ovat perinteiset tuote- ja prosessi-innovaatiot, mutta tärkeänä on pidetty sitä, että indikaattoritarkastelut ulotetaan koskemaan myös palveluinnovaatioita ja sosiaalisia innovaatioita.

Projektin konkreettisena tavoitteena on ollut ideoida ja operationalisoida indikaattoreita, joilla kuvataan, mitataan ja arvioidaan tieteen, teknologian ja inno-

vaatioiden vaikutuksia laaja-alaisesti ja monipuolisesti. Perinteisesti indikaattorilla tarkoitetaan ennen muuta vaikutusten esittämistä kvantitatiivisessa muodossa. Koska läheskään kaikkia vaikutuksia ei kuitenkaan kyetä kvantifioimaan, VINDI-projektissa on tarkasteltu rajoitetusti myös laadullisia keinoja vaikutusten indikoimiseksi. Indikaattorit eivät myöskään mittaa vain vaikutuksia, olivat nämä sitten välittömiä tai välillisiä, vaan niiden avulla pyritään ilmaisemaan myös tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin sekä näiden kehittämiseen olennaisesti vaikuttavien olosuhteiden ja muiden tekijöiden tilaa ja niissä tapahtuvia muutoksia.

Tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita sekä näiden vaikutuksia koskeva kehittäminen on ollut jo pitkään useissa maissa ja kansainvälisissä organisaatioissa kasvavan mielenkiinnon kohteena. Yksittäisistä maista Yhdysvallat on toiminut edelläkävijänä, ja kansainvälisistä järjestöistä erityisesti OECD on tehnyt sekä tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan tilastoinnissa että indikaattoreiden kehittämisessä uraa uurtavaa työtä. Tätä, kuten muitakin kansainvälisiä esimerkkejä tarkastellaan tarkemmin luvussa 4. Lukuisista yrityksistä huolimatta perimmäisten taloudellis-yhteiskunnallisten vaikutusten ilmaisemissa määrällisten indikaattorilukujen avulla ollaan vielä monessa suhteessa alkuvaiheessa. Tähän kansainväliseen kehittämistyöhön myös VINDI-projekti on pyrkinyt antamaan oman panoksensa.

Raportin rakenne on seuraava. Luvussa 2 käsitellään peruskäsitteiden – tieteen, teknologian ja innovaatioiden – sisältöä, rajoja ja keskinäisiä suhteita. Luvussa 3 tarkastellaan tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuuden jäsentämistä, panos-toiminta-tuotomallin rajoituksia ja vaikutusprosessien

sisältöä. Luvuissa 4 ja 5 luodaan katsaus kansainvälisiin ja kotimaisiin tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuutta käsitteleviin keskeisiin indikaattorijulkaisuihin ja -aineistoihin. Luvussa 6 esitetään ehdotus vaikuttavuuskehikosta, jonka pohjalta voidaan muodostaa kokonaisnäkemys tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuudesta. Tätä täydentää luvussa 7 esitetyt ehdotukset tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan indikaattoreiksi vaikuttavuusalueittain. Julkaisun lopussa esitetään yhteenveto hankkeen tuloksista ja ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi

VINDI-hankkeen toteutuksesta vastasi työryhmä Tarmo Lemola (hankkeen vetäjä) ja Janne Lehenkari Advansis Oy:stä, Erkki Kaukonen Tampereen yliopiston Tieteen-, teknologian- ja innovaatiotutkimuksen yksiköstä ja Juhani Timonen Swot Consulting Finland Oy:stä. Hankkeen työskentelyä ohjasi ohjausryhmä, jonka jäsenet olivat Markus Koskenlinna, Pekka Pesonen, Laura Peltonen, Kai Husso, Paavo Löppönen, Annamajja Lehvo, Anu Nuutinen ja Kaisa Vaahtera. Hankkeen yhteydessä järjestettiin työpajoja yhteistyössä Suomen Akatemian kanssa.

2 PERUSKÄSITTEET JA NÄIDEN KESKINÄISSUHTEET

2.1 Tiede, teknologia, innovaatiot

Toimeksiannon mukaisesti VINDI-projektin peruskäsitteiksi on nostettu tiede, teknologia ja innovaatiot. Kaikkiin näihin liittyy vielä neljäs käsite eli tutkimus- ja kehittämistoiminta. Käsitteellinen runsaus antaa aiheen hieman tarkemmin tarkastella näitä käsitteitä ja niiden välisiä suhteita. Missä määrin tiede, teknologia ja innovaatiot ovat saman jakamattoman kokonaisuuden eri osia, ja missä määrin ne ovat erillisiä, toisistaan riippumattomia asioita? Mikä on näiden käsitteiden keskinäinen suhde? Onko teknologioita ilman tiedettä, ja onko innovaatio vain toinen nimi teknologiselle uudistukselle? Mikä on tutkimus- ja kehittämistoiminnan ja innovaatiotoiminnan suhde?

Yksiselitteisen määritelmän antaminen tieteelle on vaikeaa, jos määritelmän tulisi antaa sekä välttämättömät että riittävät ehdot sille, että jokin toiminta on tiedettä (Kiikeri & Ylikoski 2004). Tiedettä koskevat määritelmät yleensä joko sulkevat jotain tärkeää ulkopuolelle tai sitten ne ovat liian vapaamielisiä laskiessaan mukaan selvästi epätieteellisiä asioita. Lisäksi eri aikoina, eri yhteyksissä ja myös eri kielissä tiedettä on määritelty ja määritellään eri tavoin.

Kotimaassa lähes alan standardiksi muodostuneen Ilkka Niiniluodon (1980) esittämän määritelmän mukaan tieteellä tarkoitetaan toisaalta luontoa, ihmistä ja yhteiskuntaa koskevien tietojen systemaattista kokonaisuutta (tieteellisen tutkimuksen tulokset) ja toisaalta tällaisten tietojen tarkoituksellista ja järjestelmällistä tavoittelua (tieteellinen tutkimus-

prosessi). Tulosten ja prosessien lisäksi tieteeseen usein sisällytetään myös tieteelliset menetelmät, tiedeyhteisöt ja instituutit eli yliopistot, joissa tiedettä harjoitetaan sekä erilaiset käsitykset tai näkemykset tieteestä.

Tiede pyrkii selvittämään todellisuutta, sen ominaisuuksia ja rakennetta empiiristen ja teoreettisten menetelmien avulla. Teoria on tieteellisen yhteisön hyväksymä näkemys kuvata tutkimuskohdetta. Tieteen alat jaetaan yleensä luonnontieteisiin (ml. matematiikka ja logiikka), humanistisiin tieteisiin ja yhteiskuntatieteisiin. Tämä suomen kielessä omaksuttu käsitys tieteen aloista on selvästi laajempi kuin englanninkielisen science-sanana. Science viittaa pääasiassa fysiikan ja kemian kaltaisiin luonnontieteisiin (Kiikeri & Ylikoski 2004).

Tieteen tuottaman tiedon luonteesta ja tarkoituksiperistä on niin ikään useita erilaisia tulkintoja. Eräissä tulkinnoissa korostetaan tieteellisen tiedon itseisarvoa. Toisissa taas nähdään, että tieteellistä tietoa tarvitaan pääasiassa inhimillisen toiminnan suunnittelemiseen ja ohjaamiseen. Tieteen tavoitteena on tämän mukaisesti hyödynnettävissä olevan, hyödyllisen tiedon tuottaminen. Yhteiskuntatieteissä puolestaan korostetaan tieteen yhteiskuntakriittistä tehtävää. Tämän ajattelutavan mukaisesti tieteen tehtävänä ei ole vain kuvata ja selittää todellisuutta, vaan sen tehtävänä on myös kyseenalaistaa ja kritisoida vallitsevia oloja ja ajattelu- ja toimintatapoja sekä tarjota vaihtoehtoja.

Tieteen lisäksi määritelmien moninaisuus pätee myös teknologiaan (Niiniluoto 2000). Lähtökohtana useimmissa

määritelmässä on se, että teknologia sisältää työn tai muun toiminnan välineet – keinotekoiset esineet eli artefaktit – kuten työkalut, instrumentit, koneet ja laitteet. Lisäksi teknologiaan kuuluvat artefakteja koskevat tiedot, taidot ja menetelmät. Joissakin tapauksissa teknologian piiriin sisällytetään myös sosiaaliset organisaatiot, kuten teollisuuslaitokset ja teknologiodien tutkimiseen ja kehittämiseen erikoistuneet tutkimuslaitokset. Tekniikka ja teknologiaa pidetään synonyymeina, tai jos näiden välillä halutaan tehdä ero, niin tekniikalla yleensä tarkoitetaan vain artefakteja. Teknologia on tässä katannossa yläkäsite, joka sisältää sekä tekniikat että näitä koskevat tiedot ja taidot.

Teknologian monista historiallisista kehitysvaiheista yhtenä tärkeimmistä pidetään tieteen ja teknologian vähittäistä integroitumista (esim. Hughes 1986). Yhteenkasvamisen on merkittävästi vaikuttanut teknologian muutoksen ehtoihin, sisältöön ja muutosnopeuteen. Tämä kehitys on suoraan ja välillisesti tuottanut suunnattoman määrän teknologisia keksintöjä ja innovaatioita ja synnyttänyt teollisuuden tutkimus- ja kehityslaboratoriot sekä julkiset teknologioihin erikoistuneet tutkimuslaitokset ja myöhemmin koko valtiollisen tiede- ja teknologiapolitiikan.

Kehityksen myötä teknologia on moninaistunut. Perinteiset teknologian alat, kuten konetekniikka, prosessitekniikka, materiaalitekniikka ja rakennustekniikka ovat saaneet rinnalleen tiedelähtöiset mikro-, nano- ja bioteknologiat. Samanaikaisesti teknologia on tunkeutunut yhä uusille elämän alueille: toimistoihin, jokapäiväiseen ihmisten väliseen kommunikointiin, vapaa-aikaan ja viihteeseen, sosiaali- ja terveydenhuoltoon jne. Teknologian välineellinen määrittäminen onkin käynyt yhä vaikeammaksi. Teknologia kytkeytyy paitsi teeseen, niin kasvavassa määrin myös

inhimillisiin ja sosiaalisiin tekijöihin.

Innovaatio-sanan vakiintumiseen ensin saksan- ja englanninkielisessä ja myöhemmin muunkielisessä tieteellisessä ja ammatillisessa kirjallisuudessa on merkittävästi vaikuttanut itävaltalais-amerikkalainen taloustieteilijä Joseph A. Schumpeter (1883–1950). Hänen usean vuosikymmenen aikana syntyneestä runsaasta tuotannostaan löytyy peruskäsitteistä (keksintö, innovaatio) erilaisia versioita (Lemola 2000). Useimmiten Schumpeterin käsitteistön esittelyssä ja erittelyssä nojaututaan kuitenkin seuraaviin vuonna 1930-luvulla julkaistuihin määrittelyihin, joiden mukaan innovaatio on:

- uusi tai uudenlainen tuote
- uusi tai uudenlainen tuotanto-
menetelmä tai -prosessi
- uuden markkinan avaaminen
- uuden raaka-aineen tai energialähteen
käyttöönotto
- uuden teollisen markkinarakenteen
toteuttaminen.

Tärkeässä asemassa näissä määrittelyissä on eron tekeminen keksinnön ja innovaation välille. Keksintö on mikä tahansa tekninen tai vastaava idea, uutuus tai uudennos. Se edeltää ajallisesti ja usein myös sisällöllisesti innovaatiota. Innovaatio keksinnöstä tulee kuitenkin vain siinä tapauksessa, että keksinnöstä on keksijälleen tai muulle käyttäjälle taloudellista hyötyä. Konkreettinen esimerkki on patentoitu keksintö. Patentin saannin ehdoton edellytys on keksinnön uutuus aikaisempiin vastaavatyypisiin keksintöihin verrattuna. Läheskään kaikkia patentoituja keksintöjä ei kuitenkaan ruveta hyödyntämään. Vain harvoista keksinnöistä tulee innovaatioita, ja vielä harvemmista innovaatioista tulee todellisia menestystarinoita (vrt. Fagerberg 2005).

Vaikka Schumpeter itse määrittelikin keksinnön melko laajasti, hänen työhön-

sä nojannut myöhempi tutkimus on keskittynyt paljon teknologisiin innovaatioihin. Näitä ovat tyypillisesti uudet ja uudistetut tuotteet, tuotantoprosessit ja -menetelmät. Tuotteisiin kuuluvat kulutustavarat, joita ostavat yksittäiset kuluttajat sekä yritysten hankkimat investointitavarat (tuotantohyödykkeet). Tuotantoprosessit ja -menetelmät ovat koneita ja laitteita ja näistä muodostettavia laajempia tuotantojärjestelmiä, joiden avulla tuotteet valmistetaan.

Palveluinnovaatiot ovat viime vuosina nousseet vahvasti teknologisten innovaatioiden rinnalle; palveluissa innovaatiotoiminta on lähes yhtä yleistä kuin teollisuudessa (Miles 2003). Tämä poikkeaa voimakkaasti perinteisestä käsityksestä, jonka mukaan palvelualat ovat pääasiassa teollisuuden kehittämien palvelutuotteiden kuluttajia ja käyttäjiä, eivät itsenäisiä innovaatioiden kehittäjiä.

Tutkimus- ja innovaatiotilastoinnissa palveluinnovaatio ymmärretään paljon samalla tavalla kuin teknologiset innovaatiot. Palveluinnovaatio on uusi palvelu tai sellainen olemassa olevaan palveluun tehty uudistus, joka on pantu täytäntöön ja joka tuottaa hyötyä kehittäjälleen. Tämä hyöty on tavallisesti seurausta siitä lisäarvosta, jonka uudistuksen käyttöönotto tai hyödyntäminen tuottaa asiakkaalle. Lisäksi uudistuksen tulee olla uusi sen kehittäneelle yritykselle.

Yhtäläisyyksien ohella tuote- ja palveluinnovaatioiden välillä on myös eroja, jotka perustuvat yhtäältä tavaroiden ja toisaalta palvelujen perusominaisuuksiin. Palvelut eroavat tavaratuotannosta ainakin seuraavissa viidessä suhteessa:

- palvelut ovat luonteeltaan aineettomia
- palvelujen tuottaminen, markkinointi ja kuluttaminen on usein samanaikainen tapahtuma
- palvelussa tuotteen omistajuus ei vaihdu
- palveluja on vaikea varastoida

- palvelujen tarjoaminen edellyttää yleensä suoraa vuorovaikutusta tuottajan ja kuluttajan välillä.

Palvelujen ja tuotannon välistä tiukkaa rajanvetoa vaikeuttaa ja jopa kyseenalaistaa se, että palvelu ja tavara kietoutuvat entistä enemmän yhteen. Palvelutapah-tumaan voi sisältyä materiaalista tuotantoa, kuten ruuan valmistusta ravintolassa. Samalla tavalla teknologiseen laitteeseen, kuten hissiin tai paperikoneeseen liittyy kasvavassa määrin erilaisia huolto- ja ylläpitopalveluja, jotka myydään asiakkaalle yhdessä laitteen kanssa. Näiden palveluiden edelleen kehittäminen edellyttää samantyyppistä innovointia kuin teknologiset tuotteet, ja tavallisesti vielä siten, että tuotteen ja palvelun kehittäminen tapahtuu kiinteässä keskinäisessä vuorovaikutuksessa (Victor & Boynton 1998).

Erityisesti palveluinnovaatioihin näyttää pätevän se, että tarvittavan uuden tiedon lähteet eivät välttämättä liity millään tavalla systemaattiseen tutkimus- ja kehittämistoimintaan (Maliranta & Ylä-Anttila 2007). Radikaalitkin palveluinnovaatiot voivat yhtä hyvin perustua organisaation sisällä olevaan kollektiiviseen, hiljaiseen tietoon ja sen uudentamiseen yhdistämiseen vapaasti ulkopuolelta saatavan tiedon kanssa. Myös tällaiset innovaatiot voivat synnyttää kokonaan uusia tuotannonaloja.

Innovaatioperheen uusin tulokas, sosiaalinen innovaatio, on osoittautunut käsitteellisesti vaikeaksi asiaksi. Sitran tutkimushankkeessa sosiaaliset innovaatiot liitetään laajasti yhteiskunnan rakenteelliseen uudistumiskykyyn. Sosiaalisilla innovaatioilla tarkoitetaan Sitran tutkimuksessa sellaisia regulaatioon (lainsäädäntöön ja viranomaissäätelyyn), politiikkaan sekä organisatorisiin rakenteisiin ja toimintamalleihin liittyviä uudistuksia, jotka parantavat yhteiskunnan

suorituskykyä (Hämäläinen & Heiskala 2004). Tässä määritelmässä sosiaalinen innovaatio kytkeytyy taloudellis-yhteiskunnallisen kokonaisuuden ja sen eri sektorien – eli yksityisen, julkisen ja kansalaissektorin – toimintatapojen ja keskinäisten suhteiden muutoksiin.

Näin laaja sosiaalisen innovaation määrittely antaa aiheen kysyä, mikä erottaa sen yhteiskunnallisista uudistuksista. Toisaalta sosiaalinen ulottuvuus on vahvasti läsnä myös teknologisissa ja palveluinnovaatioissa. Nämä innovaatiot liittyvät aina johonkin taloudelliseen tai yhteiskunnalliseen tarpeeseen. Lisäksi teknologisen ja palveluinnovaation kehittäminen perustuu kasvavassa määrin erilaisten toimijoiden yhteistyöhön ja vuorovaikutukseen (Lehenkari 2006). Tässä mielessä teknologisen innovaation kehittäminen on ennen muuta sosiaalinen prosessi. Sama koskee myös uusien teknologioiden käyttöönottoa ja niiden edelleen kehittämistä (Hyysalo 2004). Nämä ovat hyvin riippuvaisia arvoista, asenteista, rakenteista, oppimisesta ja monista muista sosiaalisista tekijöistä.

OECD:n (2002) Frascati-käsikirjan mukaan tutkimus- ja kehittämistoiminnalla tarkoitetaan systemaattista toimintaa tiedon lisäämiseksi ja tiedon käyttämistä uusien sovellusten löytämiseksi. Tutkimus- ja kehittämistoimintaan sisällytetään perustutkimus, soveltava tutkimus ja kehittämistyö. Perustutkimukselle on tunnusomaista teoreettisuus ja uuden tiedon tavoittelu ilman välitöntä käytännön sovellusta. Soveltavan tutkimuksen tavoitteena on jokin uuden tiedon avulla toteutettava käytännön sovellus (esimerkiksi uusien menetelmien ja keinojen luominen tietyn ongelman ratkaisemiseksi). Kehittämistyöllä puolestaan tarkoitetaan tutkimuksen tuloksena tai käytännön kokemuksen kautta saadun tiedon käyttämistä uusien tuotteiden, palvelujen, tuotantoprosessien tai

-menetelmien aikaansaamiseen tai olemassa olevien olennaiseen parantamiseen.

Tärkeä käsitteellinen kysymys on se, miten tutkimus- ja kehittämistoiminta eroaa innovaatiotoiminnasta. Kun asiaa tarkastellaan OECD:n standardoimien ja Suomessa Tilastokeskuksen käyttämien määritelmien pohjalta, niin tärkein ero tutkimus- ja kehittämistoiminnan ja innovaatiotoiminnan välillä on se, että jälkimmäinen on edellistä laajempi. Tilastokeskuksen (2006) innovaatiotutkimuksessa innovaatiotoiminta (innovaatiotoimet) on ryhmitelty seuraavasti:

- yrityksen oma tutkimus- ja kehittämistoiminta
- yrityksen ulkopuolelta tilattu tutkimus- ja kehittämistoiminta
- koneiden, laitteiden ja ohjelmistojen hankinta
- muun osaamisen hankinta yrityksen ulkopuolelta
- innovaatioiden markkinoille tuominen
- muut valmistelutoimet.

Tämän määrittelyn mukaan Innovaatiotoiminnan piiriin kuuluu myös koulutus, ja ennen muuta se kattaa myös uuden tai parannetun tuotteen, palvelun tai prosessin markkinoinnin sekä näiden tuotantoon liittyvät valmistelutoimet. Eron käytännön merkitys ei ole toiminnallisesti suuri. Ero tulee näkyviin silloin, kun arvioidaan näiden toimintojen kustannuksia ja kun puhutaan julkisen sektorin toimenpiteistä, joilla edistetään innovaatiotoimintaa.

Innovaatiotoimintaa voi olla olemassa myös ilman tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Yrityksille lähetettyyn kyselyyn perustuvan Tilastokeskuksen innovaatiotilaston mukaan innovaatiotoimintaa harjoittaneista yrityksistä noin kolmannes ei tee omaa (in-house) tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Teollisuudessa

tällaisia yrityksiä on vähemmän kuin palveluissa. Suurista yrityksistä lähes kaikilla innovaatiotoimintaa harjoittavilla yrityksillä on omaa tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Osittain erot ovat todellisia, mutta luvuissa on nähtävissä myös se, että eri aloilla ja erikokoisissa yrityksissä nämä käsitteet ymmärretään eri tavalla.

Yhteenvetona yllä olevasta voidaan todeta, että toiminnallisesta näkökulmasta keskeisiä toimintoja tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita koskevien indikaattoreiden kannalta ovat tutkimus- ja kehittämistyö ja innovaatiotoiminta yhtäläisyyksineen, päällekkäisyyksineen ja eroineen. Lähtökohtana on kuitenkin näiden toimintojen varsin laaja ymmärtäminen ja määrittely. Sama koskee myös innovaatioita. Indikaattoreiden kehittäminen ei kohdistu vain teknologisiin innovaatioihin, vaan yhtä lailla myös palvelu- ja sosiaaliin innovaatioihin. Sen sijaan VINDI-projektissa on päädytty siihen, että kehittämistyön tässä alkuvaiheessa koulutus ja muu oppiminen jäävät työn ulkopuolelle.

2.2 Tieteen, teknologian ja innovaatioiden keskinäisyydet

On olemassa tiedettä, jolla vähän tekemistä teknologian kanssa, ja vastaavasti on teknologioita, jotka tulevat hyvin toimeen ilman tiedeyhteisön suoraa panostusta. Yleisesti ottaen tilanne on kuitenkin se, että tieteen ja teknologian välillä on vahva keskinäinen vuorovaikutussuhde. Tiede vaikuttaa teknologiaan, kuten lukuisat esimerkit jo Pasteurin ajoista ovat osoittaneet (Stokes 1997). Tiedepohjainen teknologian tutkimus- ja kehittämistyö on jatkanut ja monien mielestä vähitellen voimistanut voittokulkuun toisen maailmansodan jälkeisistä ajoista alkaen sekä perinteisillä tekno-

logian aloilla että erityisesti uusilla korkean teknologian aloilla, ennen muuta tietotekniikassa, materiaalitekniikassa ja biotekniikassa.

Vastaavasti teknologia on monin tavoin vaikuttanut ja vaikuttaa tieteeseen. Teknologia tarjoaa tieteelle uusia instrumentteja, joilla tutkimusta voidaan harjoittaa ja tehostaa. Tästä yksi selkeimmistä esimerkeistä on tietokoneen vaikutus käytännöllisesti katsoen kaikkien tieteenalojen kehitykseen aina matematiikasta kansatieteisiin saakka. Teknologia antaa tieteelle myös uusia ongelmia ja kysymyksenasetteluja siihen tapaan kuin höyrykone aikanaan loi lämpöopin ja puhelin informaatioteorian.

Viime vuosina on saanut kannatusta myös käsitys, jonka mukaan tiede ja teknologia ovat kasvamassa yhteen eräänlaisen avioliiton kautta ja siten tulossa identtisiksi. Tekninen tutkimus, teollisuuden tutkimuslaboratoriot, tieteellinen teknologia ja soveltavat tieteet ovat koonneet tieteen ja teknologian samankatun alle ja samoihin tutkimusohjelmiin esimerkiksi EU:n tutkimuksen puiteohjelmissa ja myös kansallisissa Tekesin ja Suomen Akatemian yhteisissä ohjelmissa. Tieteen ja teknologian erottaminen käsitteellisesti on käynyt entistä vaikeammaksi, ja vielä vaikeampaa se alkaa olla operatiivisessa tutkimus- ja kehittämistoiminnassa.

Jos innovaation osalta lähdemme teknologisista innovaatioista, niin innovaatiolla ja teknologialla on jo määritelmän mukaan vahva kytkentä. Innovaatiot ovat tämän määritelmän mukaan teknologisia tuotteita, tuotantoprosesseja ja menetelmiä. Merkittävä osa näistä innovaatioista syntyy teknologisen tai teknisen tutkimus- ja kehittämistyön tuloksena tai osana. Myös tiede ja erityisesti luonnontieteet ja lääketiede voivat olla tärkeitä teknologisten innovaatioiden

lähteitä, ja kuten edellä mainitut esimerkit osoittavat, innovaatioilla voi olla tärkeä vaikutus tieteen edistymiseen.

Innovaatiot eivät kuitenkaan synny pelkästään tieteellisistä ja teknologisista löydöksistä ja keksinnöistä. Innovaatioiden synty on vahvasti verkottunut sosiaalinen prosessi, joka yhdistää toisiinsa tiedon tuottajia sekä innovaatioiden kehittäjiä, käyttäjiä ja muita hyödyntäjiä (ks. von Hippel 2005; Lundvall & Christensen 2004). Tämä koskee teknologisia innovaatioita, mutta mitä todennäköisimmin vielä enemmän palveluinnovaatioita ja sosiaalisia innovaatioita. Palveluissa ja sosiaalisissa innovaatioissa innovaatioiden kehittäminen, tuottaminen, markkinointi ja tunnetuksi tekeminen sekä kuluttaminen ovat usein samanaikainen tapahtuma.

Olennainen asia on se, että tiede, teknologia ja innovaatiot ovat vahvasti integroituneet keskenään ja että vahvistuva integraatio on kehityksen pääsuunta. Kuitenkin tiedettä on myös ilman näkyvää teknologista panostusta, teknologiaa ilman tieteen panostusta ja innovaatioita ilman kytkentää sen paremmin tieteeseen kuin teknologiaan. Toki voidaan sanoa, että tieteen saavutukset ovat teknologioiden ja innovaatioiden kehittämisen taustalla silloinkin, kun niitä ei käytetä suoraan ja tietoisesti kehittämistyön panoksina. Joka tapauksessa tieteiden, teknologioiden ja innovaatioiden maailma on hyvin moniaineksinen, mikä muodostaa näitä koskevien indikaattoreiden kehittämiseksi erityisen vaativan haasteen.

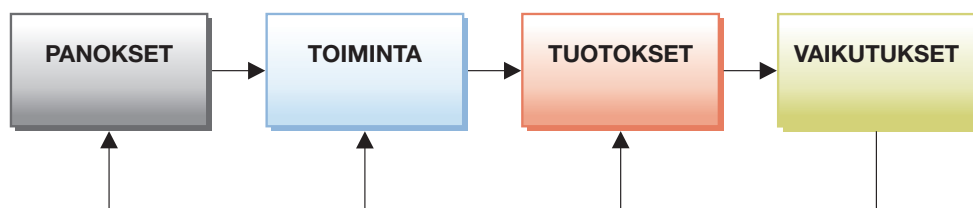
3 TIETEEN, TEKNOLOGIAN JA INNOVAATIOTOIMINNAN VAIKUTTAVUUDEN JÄSENTÄMINEN

Tieteen, teknologian ja innovaatioiden edistymiseen päätyvien tiedon ja osaamisen synty-, kehittämis- ja hyödyntämisprosesseja kuvataan usein niin Suomessa kuin kansainvälisestikin panos-toimintatuotos -ajatteluun perustuvalla mallilla, jonka pelkistetty versio on esitetty kuvassa 1. Mallin konkreettinen sisältö vaihtelee jonkin verran käyttökohteen, käyttötarkoituksen ja myös käyttäjän taustan mukaan. Sitä on sovellettu erilaisissa tieteen ja teknologian panoksia ja tuotoksia analysoivissa indikaattorijulkaisuissa sekä tutkimus- ja kehittämis-toiminnan arviointien että erillistutkimusten yhteydessä niin projektitasolla, tutkimus- ja teknologiaohjelmatasolla, organisaatiotasolla kuin myös kansantalouksien tasolla (esim. Tekes 2007). Mallin ajattelutapa on paljolti peräisin taloustieteellisestä tuottavuusmittauksesta.

Mallin logiikkaa voidaan tutkimus- ja kehittämisympäristössä kuvata seuraavasti:

- Rahoitus ja työvoima ovat keskeisiä tutkimus- ja kehittämistoiminnan panoksia. Näistä kahdesta ilmeisesti rahoitusta pidetään niukimpana voimavarana, koska se mainitaan malleissa useimmin.

- Panostukset tutkimus- ja kehittämis-työhön näkyvät uutena osaamisena sekä uusina ideoina, tietoina, menetelminä, ongelmien ratkaisukeinoina, toimintatapoina jne. Osa näistä on kodifioituna tietona julkaisuissa ja vastaavissa ja osa hiljaisena tietona tutkimus- ja kehittämissyhteisössä.
- Tutkimus- ja kehittämistyön tuloksena syntyy myös patentoituja ja patenttoimattomia keksintöjä, ja joistakin keksinnöistä syntyy innovaatioita: uusia tuotteita, tuotantoprosesseja ja -menetelminä sekä palveluja.
- Nämä realisoituvat taloudessa ja muussa yhteiskunnassa uusina yritys-inä, liiketoiminnan laajentumisena ja kasvuna sekä kannattavuuden, tuottavuuden ja kilpailukyvyyn paranemisenä niin teollisuudessa, yksityisessä ja julkisissa palveluissa kuin julkisessa hallinnossa.
- Innovaatiotoiminnan vaikutukset leviävät kansantalouteen ja yhteiskuntaan. Ne näkyvät elinkeinoelämän uudistumisena, vaurauden lisääntymisenä ja työllisyyden paranemisena. Samalla alueiden elinvoimaisuus kasvaa. Innovaatiotoiminnalla voidaan vaikuttaa myös ympäristöön ja kansa-



Kuva 1. Panos-toiminta-tuotos-malli.

laisten terveyteen. Turvallisuudella ja hyvinvoinnilla on kasvava merkitys nyky-yhteiskunnassa.

Panos-toiminta-tuotos-mallia voidaan luonnehtia prosessimalliksi, virtausmalliksi tai ilmiöiden luokittelu- ja kuvausmalliksi. Sen avulla voidaan jäsentää ja kuvata tutkimus- ja kehittämisprosessin eri vaiheita. Malli antaa karkean yleiskuvan siitä, millaisia osavaiheita monivaiheinen ja usein myös pitkäkestoinen prosessi panoksista vaikutuksiin saakka sisältää. Tällainen mallintaminen on koettu käytökelpoiseksi erityisesti erilaisissa tutkimus- ja kehittämistoiminnan vaikutusarvioinneissa. Mallin pohjalta on kerätty kvantitatiivisia tietoja panoksista ja tuotoksista, joita on analysoitu yhdessä asiantuntijamenetelmin sekä kyselyin ja haastatteluin koottujen kvalitatiivisten aineistojen kanssa. Ekonometrisissa analyyseissä on saatettu päästä pureutumaan myös joihinkin prosessin tai ketjun osien vuorovaikutus- sekä syy-seuraus-suhteisiin (esim. Ali-Yrkkö 2004).

Malli nostaa esiin myös ne moninaiset vaikeudet, joita tutkimus- ja kehittämisanosten vaikutusten mittaamiseen ja arviointiin liittyy. Vaikeuksista keskeisin on se, että joitakin ekonometrisia tarkasteluja lukuun ottamatta tällaisen mallin pohjalta tehdyt tarkastelut antavat parhaimmillaankin vain viitteellistä ja spekulatiivista tietoa panosten, tuotosten ja vaikutusten välisistä suhteista. Vaikeudet vaikutusketjujen havaitsemisessa kasvavat analyysitason yleistymisen ja ketjujen pidentymisen myötä. Pienimmillään vaikeudet ovat yksittäisten projektien välittömien tulosten mittaamisen kohdalla ja suurimmillaan silloin, kun analyysejä pyritään tekemään tutkimus- ja kehittämisanosten yhteiskunnallisista vaikutuksista koko kansantalouden tasolla – globaalitalouden tasosta puhumattakaan.

Vaikutusten mittaus- ja arviointivaikeudet johtuvat monista eri tekijöistä, mutta tärkeimmiksi ovat osoittautuneet seuraavat:

- *Vaikutusten toteutumisen aikajänne on pitkä.* Jopa välittömiin hyötyihin tähtäävässä yrityksen tutkimus- ja kehittämishankkeessa viive tuloksista hyödyntämiseen on keskimäärin 3–5 vuotta. Perustutkimusluonteisissa hankkeissa viive on parhaimmillaankin vielä merkittävästi pidempi.
- *Vaikuttavia tekijöitä on monia.* Pitkäkestoinen tutkimus- ja kehittämisprosessi sisältää lukuisia toiminnan tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden ehtoihin ja edellytyksiin vaikuttavia tekijöitä, jotka vaihtuvat ja muuttuvat prosessin kuluessa. Tärkeä innovatiiviseen yrittäjyyteen vaikuttava tekijä on yrittäjyyteen liittyvä yleinen yhteiskunnallinen ja taloudellinen ilmapiiri, joka vain pienessä määrin johtuu yrittäjistä itsestään. Lisäksi, jos huomiota kiinnitetään vain esimerkiksi tutkimus- ja kehitystoiminnan liiketaloudellisiin vaikutuksiin, merkittävä osa vaikutuksista jää tarkastelun ulkopuolelle. Tyypillisiä esimerkkejä taloudenkin kannalta tärkeistä tutkimus- ja kehittämistoiminnan vaikutuksista ovat lääketieteellisen tutkimuksen vaikutukset terveyteen ja työhyvinvointiin, ympäristötutkimuksen vaikutukset ympäristön laatuun ja viihtyisyyteen sekä yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen vaikutukset innovaatioympäristön toimivuuteen.
- *Toimijoita on useita.* Vähänkin laajemmissa tutkimus- ja kehittämiskokonaisuuksissa on useita eri toimijatahoja edustavia osapuolia. Näiden keskinäinen vuorovaikutus- ja yhteinen oppimisprosessi ovat usein ratkaisevassa asemassa sekä tulosten määrässä ja laadussa että tulosten hyödyntämisessä. Vuorovaikutuksia koskevien

tietojen saatavuus on kuitenkin usein hyvin heikko. Lisäksi, vaikka tutkijat tekisivätkin tiedon käyttäjien kannalta relevanttia tutkimusta, ei ole itsestään selvää, että tietoa hyödynnetään. Vaikutukset jäävät usein rajallisiksi siksi, että tiedon vastaanottajalla on ongelmia tunnistaa ja hyödyntää saatavilla olevaa tietoa puutteellisen ”absorptiivisen kapasiteetin” takia (Cohen & Levinthal 1990).

- *Merkittävä osa vaikutuksista on epäsuoria.* Vaikutusten toteutumisen tarkastelu yhteiskunnallisena prosessina nostaa esiin sen seikan, että monet tieteellisen tutkimuksen vaikutuksista on epäsuoria ja diffuuseja. Tutkimustieto välittyy yhteiskunnallisiin prosesseihin muun muassa koulutuksen kautta tai tuottamalla taustatietoa suunnittelun ja kehittämisen pohjaksi. Vaikutukset eivät aina ole ilmeisiä eivätkä johdettavissa suoraan tietystä tutkimuksesta. Olennaisempaa on havaita, että tutkimustyö ja sen hyödyntäminen ovat jatkuvasti läsnä työ- ja arkielämässämme.
- *Vain osa vaikutuksista on kvantifioitavissa.* Iso este objektiivisuuteen pyrkivälle mittaamiselle ja indikaattoreiden muodostamiselle on se, että sekä saatavilla että saatavissa olevan kvantitatiivisen tiedon määrä on vähäinen. Tämä on johtanut siihen, että pikemminkin saatavilla oleva kvantitatiivinen tieto kuin tiedon tarve on vaikuttanut siihen, mitä mitataan niin pannonksina, toimintoina, tuotoksina kuin vaikutuksina. Tällainen mittaaminen saattaa antaa hyvin vaillinaisen kuvan tutkimus- ja kehittämistoiminnan vaikutuksista ja suuntaa tutkimus- ja kehittämistoiminnan ohjauksessa huomion väriin tai vähemmän tärkeisiin asioihin.

- *Erot eri alojen ja erityyppisten toimintojen välillä ovat suuria.* Eri tieteenalojen ja myös eri teknologian alojen välillä on merkittäviä eroja tiedenäkemyksissä, arvojärjestelmissä, tutkimuskohteissa, menetelmissä, tuloksissa, hyödyntäjissä, toiminnan relevanssin arvioinnissa ja vaikutusten ilmeneemisessä. Humanistisissa ja yhteiskuntatieteissä vallitsee teorioiden moninaisuus, minkä takia tulosten arviointikriteerit vaihtelevat eri koulukuntien ja tutkimussuuntausten välillä. Tehdään vääryyttä molemmille osapuolille, jos perinteistä humanistista tutkimusta ja valtavirtaa edustavaa teknistä tutkimusta arvioidaan ja mitataan samoilla kriteereillä. Erilaisuudet pitäisi kyetä ottamaan huomioon, mutta keinoja sen tekemiseen on vähänlaisesti.

Vaikutustutkimusten, -mittausten ja -indikaattoreiden vaikeudet ja heikkoudet juontavat juurensa tutkittavan ja mitattavan ilmiön laajuudesta ja monimutkaisuudesta. Tiede, teknologia ja innovaatiot lukuisine osa-alueineen, erityispiirteineen ja keskinäisine suhteineen sekä sidoksineen yleisempään yhteiskunnallistaloudelliseen kehitykseen muodostavat niin monitahoisen ilmiön, että sen kokonaisvaltaiseen haltuunottoon ei ole vielä riittäviä teoreettisia, tiedollisia ja menetelmällisiä edellytyksiä. Kokonaisuudesta ei ole onnistuttu laatimaan edes staatista mallia. Jos tällainen olisi, tästä olisi vielä pitkä matka dynaamiseen malliin, joka mahdollistaisi syy-seuraus -suhteiden ja pitkien vaikutusketjujen analysoinnin ja ennakoinnin.

Seuraavassa esitetään lyhyt yhteenvedo tyypillisistä arviointikirjallisuudessa sekä alan tutkimuksissa tunnistetuista tieteen, teknologian ja innovaatioiden

taloudellis-yhteiskunnallisista vaikutuksista (OECD 2008; Salter & Martin 2001):

1. *Taloudelliset vaikutukset:* Nämä viittaavat organisaatioiden taloudelliseen menestykseen, kustannuksiin, tuloihin, tuotteiden hintoihin jne. sekä rahoituslähteisiin, investointeihin ja tuotantotoimintaan sekä uusien markkinoiden avaamiseen. Taloudellisilla vaikutuksilla voidaan viitata myös jonkun maantieteellisen alueen talouden ja tuottavuuden kasvuun.
2. *Kulttuuriset vaikutukset:* Nämä liittyvät siihen, miten kansalaiset ymmärtävät tieteen ja tiedettä. Ne liittyvät seuraaviin neljään tiedon ja osaamisen tyyppiin: tietoa siitä, mitä miksi, kuinka ja kuka. Tämä viittaa siihen, miten ihmiset ymmärtävät abstraktit ideat ja todellisuuden. Tähän sisällytetään myös intellektuaaliset ja käytännölliset taidot sekä asenteet, intressit, arvot ja uskomukset.
3. *Yhteiskunnalliset vaikutukset:* Tiede, teknologia ja innovaatiot vaikuttavat hyvinvointiin sekä ihmisten ja ihmisryhmien käyttäytymiseen ja toimintatapoihin. Yhteiskunnalliset vaikutukset liittyvät hyvään elämään ja elämisen laatuun. Ne sisältävät myös elämäntapaan ja -tyyliin, kuten kulutukseen, työntekoon, sukupuolisuuteen ja vapaa-aikaan liittyviä asioita.
4. *Vaikutukset poliittiseen päätöksentekoon:* Tutkimustiedolla on monenlaisia vaikutuksia siihen, miten poliittiset päätöksentekijät ja päätöksentekomekanismit toimivat. Tutkimustoiminta tuottaa uutta tietoa, näkökulmia ja vaihtoehtoja päätöksenteon pohjaksi. Se luo edellytyksiä näyttöön perustuvalla päätöksenteolla, ja tarjoaa mahdollisuuksia myös kansalaisten osallistumisesta tiedettä,

teknologiaa ja innovaatioita koskevaan päätöksentekoon.

5. *Organisatoriset vaikutukset:* Tiede, teknologia ja innovaatiot auttavat monenlaisia yksityisiä ja julkisia instituutioita ja organisaatioita tehostamaan ja parantamaan toimintaansa. Ne tarjoavat apua ja tukea suunnittelu- ja johtamiskäytäntöjen sekä työprosessien ja inhimillisten voimavarojen käytölle ja kehittämiselle.
6. *Terveysvaikutukset:* Nämä liittyvät tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikutuksiin terveyteen, kuten odotettavissa olevan eliniän pituuteen, sairauksien ehkäisyyn sekä terveydenhuoltojärjestelmien ja -käytäntöjen kehittämiseen ja parantamiseen.
7. *Ympäristövaikutukset:* Tiede, teknologia ja innovaatiot ovat monin tavoin sidoksissa luonnonympäristöön. Ne luovat tiedollisia ja instrumentaalaisia edellytyksiä luonnonvarojen hyödyntämiseen sekä ympäristön tilan kohentamiseen.
8. *Koulutusvaikutukset:* Näillä tarkoitetaan paitsi tutkimus- ja kehittämistoiminnan kytkeytymistä koulutetun työvoiman määrään ja laatuun sinänsä myös tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikutuksia opetusmetodeihin sekä muihin opetuksen materiaaliin ja pedagogisiin edellytyksiin.

Joissakin tarkasteluissa vaikutus- tai vaikuttavuusalueiden piiriin on omina osaluueinaan sisällytetty myös tieteelliset ja teknologiset vaikutukset (esim. OECD 2008). Tieteellisillä vaikutuksilla on tarkoitettu tieteellisen tutkimuksen tuottamia uusia teorioita, menetelmiä ja tietoja ja myös sitä, miten tieteellinen toiminta liikkuvuuden, vuorovaikutuksen ja ver-

kostoitumisen kautta luo edellytyksiä tieteen edistymiselle. Teknologisilla vaikutuksilla puolestaan on tarkoitettu tyyppillisiä tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan saavutuksia, kuten tuote-, prosessi- ja palveluinnovaatioita sekä teknologista tietotaitoa.

Vaikutusprosesseihin syvennyttäessä huomataan, että tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan (TTI-toiminnan) vaikutukset toteutuvat moninaisten sosiaalisten, kognitiivisten ja institutionaalisten prosessien välityksellä ja vaihtelevalla aikavälillä. Prosessien keskeisenä sisältönä on uuden tiedon, teknologian ja asiantuntemuksen välittyminen ja hyödyntäminen, jota tapahtuu itse TTI-toiminnassa ja laajemmin yhteiskunnan eri osaluilla, joista tärkeimmät ovat talous ja työelämä, politiikka ja hallinto sekä kansalaisyhteiskunnan ja ihmisten arjen toiminnat (Nieminen 2004; Kaukonen 2004). Tässä mielessä vaikutusprosessit voidaan jakaa TTI-toiminnan ”sisäisiin” prosesseihin ja ”ulkoisiin” yhteiskunnallisiin prosesseihin, vaikka näiden välillä ei selvää rajaa olekaan. TTI-toiminnan sisäiset prosessit kuitenkin ovat luonteeltaan välittömämpiä ja vaikutuksiltaan helpommin havaittavia ja mitattavia kuin huomattavasti moniulotteisemmat ja TTI-toiminnan kannalta pitkälti välittyneet yhteiskunnalliset prosessit.

TTI-toiminnan tuotoksia välittävät prosessit ovat itsessään olennainen osa laajasti ymmärrettyä vaikuttavuutta, sillä ne indikoivat yhteiskunnan dynaamisuutta ja toimivuutta sekä kykyä hyödyntää TTI-toimintaa ja siihen käytettyjä resursseja. Viimekätisten vaikutusten toteutuminen riippuu yleensä välittävistä prosesseista ja näiden muodostamista vaikutusketjuista, joita kuvaamaan tarvitaan omia indikaattoreita. Vaikutusprosessit eivät suinkaan ole tyhjiä ”mustia laatikoita” vaan niillä on oma sisältönsä

ja merkityksensä. Vaikutusprosesseihin liittyy myös piirteitä panoksista ja tuotoksista, jotka voivat tarkastelukulmasta johtuen vaihdella. Esimerkiksi koulutus- ja oppimisprosessien kehitys voidaan tutkimus- ja kehittämistoiminnan (t&k-toiminta) näkökulmasta nähdä tuloksena ja vaikutuksena, mutta samalla suhteessa yhteiskuntaan ja työelämään koulutus ja osaaminen ovat keskeisiä panostekijöitä ja kehityksen edellytyksiä.

Uuden tieteellisen tiedon, teknologian ja kompetenssien välittymisen ja hyödyntämisen perusprosesseja ovat julkaiseminen, kommunikaatio ja vuorovaikutus. Nämä ilmenevät mm. erilaisten julkaisu- ja kommunikaatiofoorumien käyttönä, verkostoitumisena ja monimuotoisena yhteistyönä. Tiedon ja asiantuntemuksen välittyminen tapahtuu yleensä rinnakkain eri muodoissa, joita ovat kirjallinen esitys (julkaisut, tiedonvälitys, media, Internet), henkilökohtainen vuorovaikutus (suullinen esitys, keskustelu, kommunikaatio) sekä materiaaliset artefaktit (uuden teknologian, teknisten laitteiden tai järjestelmien käyttöönotto). Olennainen tekijä on lisäksi tietoa ja asiantuntemusta välittävien prosessien intensiteetti, joka voi vaihdella suurestikin – kevyestä seurannasta ja tiedon hankinnasta tiiviiseen yhteistyöhön ja strategiseen kumppanuuteen (vuorovaikutuksen heikot ja vahvat linkit).

Uuden tieteellisen tiedon ja teknologian keskeisintä ja organisoiduinta välitysprosessia edustaa koulutustoiminta ja osaamis pääoman kasvattaminen. Tieteellinen ja ammatillinen korkeakoulutus ja varsinkin tutkijakoulutus ovat välittömässä yhteydessä tieteen ja teknologian viimeisimpään kehitykseen. Myös keskiasteen yleissivistävällä ja ammatillisella koulutuksella on tärkeä rooli uuden tiedon ja teknologian välittämisessä.

Vaikutusprosessien piiriin voidaan lukea myös TTI-toiminnan hyödyntäminen yhteiskunnan eri osa-alueilla ja toiminnoissa (Dits & Berghout 1999; Nieminen & Kaukonen 2001). Tutkimustiedon ja asiantuntemuksen käyttö poliittisessa ja hallinnollisessa päätöksenteossa voi tukea säännösten valmistelua ja yhteiskuntapoliittista suunnittelua (Lampinen 2002). Toisaalta TTI-politiikan keinoin luodaan edellytyksiä TTI-toiminnan yleiselle kehittämiselle ja hyödyntämiselle. Tutkimustiedon ja teknologian hyödyntäminen yritysten innovaatiotoiminnassa on talouden kehityksen avainprosessi, joka tuo markkinoille uudet tuotteet ja teknologiset ratkaisut.

Tiedon, teknologian ja innovaatiotoiminnan varsinaisia loppukäyttäjiä ovat kansalaiset, jotka hyödyntävät uutta tietoa ja teknologiaa työn ja vapaa-ajan eri rooleissa monin eri tavoin (Simpura & Uusitalo 2008). Hyödyntäminen tapahtuu ennen muuta työssä ammatillisesti, kuten tietotyön eri aloilla ja etenkin tieto- ja teknologiaintensiivisissä ammateissa. Lisäksi kansalaiset käyttävät tietoa ja teknologiaa yhä enemmän laajasti ymmärretyn hyvinvointinsa edistämiseen – sosiaalisessa vuorovaikutuksessa, oman elämän hallinnassa ja terveyden edistämisessä, osallistumisessa kansalaisena, sekä vapaa-ajan viihteenä ja elämysten tuottajana.

4 KANSAINVÄLINEN KATSAUS

Seuraavassa luodaan katsaus kansainvälisesti tunnettuihin, säännöllisesti ilmestyviin indikaattorijulkaisuihin, jotka ovat nimenomaisesti keskittyneet tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan indikaattoreihin. Katsauksessa tarkastellaan a) julkaisuissa esitettyjen keskeisten indikaattoreiden luonnetta panos-tuotos-vaikutus -akselilla; b) indikaattoreiden valintaperusteita ja keskinäisiä suhteita; ja c) indikaattoreiden lähteitä. Tarkastelun painopiste on Yhdysvaltain tiedesäätiön Science and Engineering Indicators -julkaisussa ja OECD:n indikaattorijulkaisuissa, joiden kansainvälinen merkitys on ollut huomattava ja pitkäaikainen. Vakiintuneen indikaattorijulkaisutoiminnan ohella erityisesti OECD:n piirissä¹ on panostettu viime aikoina uuden tyyppisten indikaattoreiden kehittämishankkeisiin, jotka eivät ole tämän katsauksen fokuksessa. Esimerkkeinä uuden tyyppisten indikaattoreiden kehittämishankkeista ovat talouden mallien soveltaminen tutkimus- ja kehittämistoiminnan vaikutusten etukäteisarviointiin (ex-ante) sekä pitkän aikajänteen tapaustutkimusten hyödyntäminen tutkimus- ja kehittämistoiminnan vaikutusten lähteiden ja mekanismien yksityiskohtaisessa analyysissä.

4.1 Yhdysvaltain Tiedesäätiön Science and Engineering Indicators -julkaisu

4.1.1 Julkaisun tausta ja indikaattorin määritelmä

Yhdysvaltain Tiedesäätiön (National Science Foundation, NSF) tuottama Science and Engineering Indicators (SEI) on laajasti tunnettu tieteen ja teknologian tilaa käsittelevä indikaattorijulkaisu. Tiedesäätiön tilasto-osasto laatii kahden vuoden välein ilmestyvän SEI-julkaisun Yhdysvaltain Tiedeneuvoston (National Science Board, NSB) ohjauksessa ja toimeksiannosta. Valmistelussa on mukana myös laaja joukko ulkopuolisia asiantuntijoita ja liittovaltion virastoja. Indikaattorijulkaisun tuottaminen ja toimitaminen edelleen Yhdysvaltain presidentin hallinnolle ja kongressille on kirjattu Tiedeneuvoston tehtäväksi sitä koskevassa lainsäädännössä.

SEI on ilmestynyt vuodesta 1973 lähtien ja se on saavuttanut laajan lukijakunnan alusta alkaen.² Se on toiminut mallina esimerkiksi OECD:n vastaaville, säännöllisesti ilmestyville indikaattorijulkaisuille. Yhtenä SEI:n menestystekijänä on pidetty sitä, että siinä ensi kertaa koottiin yhteen hajallaan olevaa tiedettä ja teknologiaa koskevaa tilastotietoa. Tärkeänä on pidetty myös sitä, että tilastotieto on esi-

¹ Ks. OECD:ssa kesäkuussa 2008 järjestetyn työpajan “Assessing the Socio-economic Impacts of Public R&D Investment” esitykset: http://www.oecd.org/document/10/0,3343,en_2649_34273_40854218_1_1_1_1,00.html

² 1980-luvun loppuun asti julkaisun nimi oli Science Indicators.

tetty havainnollisesti kaavioita apuna käyttäen ja niiden yhteydessä on poliittikan tekijöitä palvelevia yhteenvedoja ja lyhyitä analyyseja. Lisäksi jokaisessa versiossa on tarjottu uutta tietoa ja uusia indikaattoreita (Godin 2003, 682–683).

Vuoden 2008 SEI:n johdannossa indikaattorit määritellään seuraavasti (National Science Board 2008, xii):

”Indikaattorit ovat kvantitatiivisia esityksiä, joiden voidaan järkeenkäyvästi ajatella tarjoavan kokoavaa tietoa tieteeseen ja teknologiaan liittyvän toiminnan laajuudesta, laadusta ja elinvoimaisuudesta.”

SEI:n tekijät haluavat korostaa, ettei indikaattoriyössä ole mallinnettu tieteen ja teknologiaan liittyvää toimintaa eikä esitettyjen indikaattoreiden merkittävydestä esitetä vahvoja väitteitä. Indikaattoreiden merkittävyyden arvioiminen on jätetty aineiston käyttäjille. Ensimmäiset indikaattorit valittiin Yhdysvaltain korkeakouluneuvoston johtajan ohjaamassa komiteatyössä ja myöhemmin niiden valinta on perustunut Tiedoneuvoston linjauksiin (National Science Board 2000, 1-17–1-18). Ajan kuluessa julkaistujen indikaattoreiden määrä on kasvanut ja SEI:n rakenne on muuttunut ensyklopediseksi; vuoden 1972 julkaisussa oli 112 taulukkoa, kun vuoden 2008 julkaisussa, joka jakautuu kahteen niteeseen, esitetään 275 taulukkoa.

Esitettyjen indikaattoreiden lähteet ovat moninaisia kuten kansalliset koulutus- ja työvoimatilastot; patentti- ja bibliografiset tietokannat; yritys-, yliopisto- ja mielipidekyselyt; sekä taloudelliset aikakauskirjat ja tilastot. Kansainvälisissä vertailuissa käytetään OECD:n tuottamia indikaattoreita. Indikaattoreilla tar-

kastellut ajanjaksot vaihtelevat huomattavasti vuosikymmenistä muutamaan tarkasteluhetkeä edeltävään vuoteen.

4.1.2 Indikaattoreiden pääluokat

Vuodesta 2004 lähtien indikaattoreita on käsitelty SEI:ssä kahdeksassa pääjaksossa:³

1. Matematiikan ja luonnontieteiden opetus perusopetuksessa ja lukioissa
2. Luonnontieteiden ja teknillisten tieteiden korkeakoulutus
3. Luonnontieteiden ja teknillisen alan työvoimatiedot
4. T&k-toiminnan kansalliset trendit ja kansainväliset kytkennät
5. Yliopistojen t&k-toiminta
6. Teollisuus, teknologia ja kansainvälinen kilpailu
7. Kansalaisten asenteet ja perustiedot koskien luonnontieteitä ja teknologiaa
8. Osavaltiotason indikaattorit.

Kaksi ensimmäistä pääjaksoa tarkastelevat koulutusjärjestelmän toimivuutta ja tuloksellisuutta. Peruskoulutuksen osalta tarkastelussa ovat sekä oppilaiden suoriutuminen matematiikassa ja luonnontieteissä että opettajien osaamistaso ja työskentelyolosuhteet. Korkeakoulutuksen suhteen tarkastelussa on luonnontieteiden ja teknillisten tieteiden opiskelijoiden määrä, opintojen rahoituspohja ja tuotetut perus- ja jatkotutkinnot. Oppilaiden ja opiskelijoiden suoriutumisen arvioinnissa erityisessä tarkastelussa ovat erot sukupuolen, etnisen taustan, elintason tai kansallisuuden kannalta erilaisten ryhmien välillä. Koulutusta koskevien indikaattoreiden tärkeimpänä lähteenä ovat Kansallisen koulutustilastokeskuksen (National Center for Education Statistics, NCES) seuranta- ja kyselytutkimukset.

³ Tämän jakson esitys perustuu vuoden 2008 julkaisuun; National Science Board 2008.

Luonnontieteiden ja teknillisen alan työvoimatiedot -pääjakso käsittelee muun muassa tieteellisen ja teknillisen alan työvoiman määrää, palkkausta, työllisyyttä ja sijoittumista eri sektoreille. Lisäksi tarkastellaan vastavalmistuneiden rekrytoitumisen astetta, työvoiman kansainvälistä liikkuvuutta ja luonnollista poistumaa. Työvoimaa koskevien indikaattoreiden lähteenä ovat Työvoimatilastoviraston (Bureau of Labor Statistics, BLS) tilastoaineistot ja Tiedesäätiön itse toteuttamat kansalliset opiskelijoiden ja valmistuneiden kyselytutkimukset.

T&k-toiminnan kansalliset trendit ja kansainväliset kytkennät -jakso käsittelee tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituspohjaa ja toteuttajia Yhdysvalloissa. Tarkastelun keskiössä ovat yritysten, julkisten organisaatioiden ja monikansallisten yritysten t&k-panostuksiin ja -sijoittumiseen liittyvät indikaattorit. Käytettyjä lähteitä ovat Tiedesäätiön itse toteuttamat vuosittaiset kansalliset yritys-, yliopisto- ja tutkimuslaitoskyselyt. Kansainvälisessä vertailussa hyödynnetään OECD:n Main Science and Technology Indicators -julkaisun indikaattoreita. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan määrittelyn ulkopuolelle jää tiedon ja teknologian kaupallistamiseen ja käyttöönottoon liittyvä toiminta. Tarkastelun ulkopuolella ovat myös mikroyritysten ja yksityishenkilöiden t&k-toiminta sekä osittain yhteiskunta- ja humanistiset tieteet (National Science Board 2008, 4-8-4-10). *Yliopistojen t&k-toiminta* -jaksossa tarkastelua syvennetään yliopistosektorin t&k-rahoituslähteisiin ja -sijoittumiseen tieteenaloittein. Lisäksi käsitellyssä ovat yliopistojen tuotosindikaattoreista tohtorintutkintojen, artikkeleiden ja patenttien määrä. Käytettyjä lähteitä

ovat Tiedesäätiön omat yliopistokyselyt ja artikkelien osalta Thomson Scientificin bibliografiset tietokannat.

Teollisuus, teknologia ja kansainvälinen kilpailu -jaksossa esitetään tieteelliseen ja teknologiseen toimintaan liittyviä tulosindikaattoreita. Keskeisten kansantalouden indikaattoreiden kuten BKT:n lisäksi esitetään palvelualan, erityisesti tietointensiivisen palvelualan liikevaihdon kehittymistä Yhdysvalloissa ja verrataan sitä kansainväliseen kehitykseen. Jakson tarkastelun keskiössä on korkean teknologian valmistavan teollisuuden liikevaihdon, ulkomaankaupan ja immateriaalioikeuksien kaupan indikaattorit ja niiden vertaaminen EU:n ja Aasian maiden vastaaviin. Indikaattoreiden lähteitä ovat kansantalouden tilinpitoon liittyvät tilastot ja analyysit. Teollisuuden patentointitoiminnan osalta tarkastelu keskittyy yhtäältä informaatioteknologia- ja biotekniikka-alan patentointiaktiivisuuteen ja toisaalta triadisiin⁴ patenttihakemuksiin. Aineistona hyödynnetään Yhdysvaltain patenttioviraston (The United States Patent and Trademark Office, USPTO) ja OECD:n patenttitilastoja. Tarkastelua täydennetään kuvaamalla korkean teknologian pk-yritysten kehitystä ja pääomasijoitustoiminnan laajuutta käyttämällä erityyppisistä lähteistä – kuten Kauppaministeriön tilastokeskuksen (The Census Bureau) aineistosta – peräisin olevia indikaattoreita.

Kansalaisten asenteet ja perustiedot koskien luonnontieteitä ja teknologiaa -jaksossa esitetään indikaattoreita kansalaisten tietotasosta ja asenteista tiedettä ja teknologiaa kohtaan. Indikaattoreiden lähteenä ovat yhdysvaltalaisien yliopistojen toteuttamat laaja-alaiset kyselytutkimukset ja Tiedesäätiön omat kohdenne-

⁴ Triadinen patentti tarkoittaa patenttia, jota on haettu samalle keksinnölle Yhdysvalloissa, EU:ssa ja Japanissa.

tut kyselytutkimukset. Tietotason ja asenteiden lisäksi tarkastelussa ovat tietolähteet kuten eri mediat, joista kansalliset saavat tiedettä ja teknologiaa koskevaa informaatiota. Kansainvälisessä vertailussa Yhdysvaltain tilannetta verrataan lähinnä Euroopan maihin käytännöllä Euroopan komission teettämien Eurobarometrien tiedettä ja teknologiaa koskevia tietoja. SEI:n viimeisessä jaksossa *Osavaltiotason indikaattorit* vertaillaan edeltävien pääjaksoiden indikaat-

toireita osavaltioiden tasolla painottaen lähinnä koulutus- ja työvoimatietoja.

4.1.3 Yhteenveto

Yhdysvaltain Tiedesäätiön SEI:ssä käytämät indikaattorit ja niiden lähteet ovat moniaineksisia ja kytkeytyvät heikosti toisiinsa (ks. Taulukko 1). SEI:tä on kritisoitu muun muassa ”operationaalisuudesta” eli siitä, että indikaattoreita on sisällytetty mukaan helpon käyttöönoton ja konventionaalisuuden perusteella

Taulukko 1. Science and Engineering Indicators -julkaisun pääjaksot, keskeiset indikaattorit ja niiden lähteet.

Pääjakso	Indikaattorit	Indikaattoreiden lähteet
Matematiikan ja luonnontieteiden opetus perusopetuksessa ja lukioissa	<ul style="list-style-type: none"> – oppilaiden suoriutuminen – opettajien osaamistaso ja työskentelyolosuhteet. 	<ul style="list-style-type: none"> – Kansallisen koulustilastokeskuksen seuranta- ja kyselytutkimukset
Luonnontieteiden ja teknillisten tieteiden korkeakoulutus	<ul style="list-style-type: none"> – opintojen rahoituspohja – opiskelijoiden määrä ja tuotetut tutkinnot 	<ul style="list-style-type: none"> – Kansallisen koulustilastokeskuksen seuranta- ja kyselytutkimukset – Tiedesäätiön opiskelijakyselyt
Luonnontieteiden ja teknillisen alan työvoimatiedot	<ul style="list-style-type: none"> – työvoiman määrä, palkkataso, työllisyysaste, kansainvälinen liikkuvuus ja sijoittuminen eri sektoreille – vastavalmistuneiden rekrytointisaste – kansainvälinen liikkuvuus 	<ul style="list-style-type: none"> – Työvoimatilastoviraston tilastoaineistot – Tiedesäätiön opiskelijajavastavalmistuneiden kyselyt
T&k-toiminnan kansalliset trendit ja kansainväliset kytkennät	<ul style="list-style-type: none"> – yritysten, julkisen sektorin ja monikansallisten yritysten t&k-panostukset ja sijoittuminen 	<ul style="list-style-type: none"> – Tiedesäätiön kansalliset yritys-, yliopisto- ja tutkimuslaitoskyselyt – OECD:n MSTI-julkaisu
Yliopistojen t&k-toiminta	<ul style="list-style-type: none"> – t&k-rahoituslähteet ja sijoittuminen tieteenaloittain – tohtorintutkinnot – artikkelit – patentit 	<ul style="list-style-type: none"> – Tiedesäätiön yliopistokyselyt – Thomson Scientificin bibliografiset tietokannat
Teollisuus, teknologia ja kansainvälinen kilpailu	<ul style="list-style-type: none"> – tietointensiivisen palvelualan liikevaihto – korkean teknologian valmistavan teollisuuden liikevaihto ja kauppataseet – informaatioteknologia- ja biotekniikka-alan patentit – triadisets patentit 	<ul style="list-style-type: none"> – kansantalouden tilinpitoon liittyvät tilastot ja analyysit – Yhdysvaltain patenttinviraston ja OECD:n patenttitilastot
Kansalaisten asenteet ja perustiedot koskien luonnontieteitä ja teknologiaa	<ul style="list-style-type: none"> – tietotaso – asenteet – tietolähteet 	<ul style="list-style-type: none"> – yliopistojen laaja-alaiset kyselytutkimukset – Tiedesäätiön kyselytutkimukset
Osavaltiotason indikaattorit	<ul style="list-style-type: none"> – yllä olevat indikaattorit eriteltynä osavaltioittain 	<ul style="list-style-type: none"> – yllä olevat lähteet

ilman, että valinnan taustalla olevia oletuksia tuotaisiin esiin ja perusteltaisiin (ks. Godin 2005, 111–112). Tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuuden arvioinnin kannalta SEI on ongelmallinen. SEI:ssä esitellään runsaasti panos-, tuotos- ja vaikutusindikaattoreita mutta indikaattoreiden merkittävyyden arvioiminen tai niiden välisten suhteiden hahmottaminen jätetään julkaisun käyttäjälle. Rajoittuneisuudestaan huolimatta SEI:n asema Yhdysvalloissa ja kansainvälisesti on merkittävä; se on toiminut mallina muiden maiden vastaaville julkaisuille ja osavaltiotason indikaattorijulkaisut (Atkinson & Correa 2007; Henton et al. 2008; John Adams Innovation Institute 2007) nojaavat esityksissään SEI:hin erityisesti koulutustoimintaa ja t&k-panostuksia koskevissa tiedoissaan.

4.2 OECD:n indikaattorijulkaisut

4.2.1 OECD:n piirissä tehty indikaattorien kehitystyö

OECD:n Tiede, teknologia ja teollisuus-osasto (Directorate for Science, Technology and Industry, DSTI) on tehnyt pitkäjänteistä työtä tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan muutoksia mittaavien indikaattorien ja tarvittavien tiedonkeruumenetelmien kehittämiseksi. Jäsenmaiden kansallisten asiantuntijoiden rooli on ollut kehittämistyössä huomattava. Indikaattorityön keskiössä on ollut vertailukelpoisen tiedon tuottaminen OECD-maiden tutkimus- ja kehittämis-toimintaan suuntaamista rahallisista panostuksista ja työvoimasta. Näkyvin tulos tästä työstä on t&k-menojen osuutta bruttokansantuotteesta mittaava indikaattori (GERD/GNP), joka on vakiintunut osaksi tiede- ja teknologiapolitiikan kansallista arviointitoimintaa ja tavoitteiden asettamisesta maailmanlaajuisesti.

T&k-panostusten lisäksi Tiede, teknologia ja teollisuus -osasto tekee työtä kansallisten asiantuntijoiden kanssa muun muassa patenttien, työvoiman liikkuvuuden ja pk-yritysten innovaatiotoimintaan liittyvien kansainvälisesti vertailukelpoisten indikaattorien kehittämiseksi. OECD:n piirissä tehdyn työn laajuutta kuvaa se, että vuosina 1961–2000 tuotettiin tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan mittaamiseen liittyen seitsemän säännöllisesti päivitettyä menetelmäkäsikirjaa, kuusi säännöllisesti päivitettyä tilastosarjaa sekä lukuisia joukko raportteja ja politiikkadokumentteja (Godin 2005, 330–331).

Indikaattorin käsitteen käyttö on vakiintunut OECD:n Tiede, teknologia ja teollisuus -osaston julkaisutoiminnassa yleiskieliseksi. Osaston kolmessa keskeisessä menetelmäkäsikirjassa (OECD 2002; OECD & EAEC 1995; OECD & Eurostat 2005) indikaattorin käsitettä ei määritellä kuten ei myöskään tärkeimmässä indikaattorijulkaisussa *Main Science and Technology Indicators* (MSTI) (OECD 2007a). Vuonna 1976 tiedettä ja teknologiaa koskeva indikaattori määriteltiin OECD:ssä seuraavasti (ks. Godin 2005, 108):

Indikaattori on tietosarja, joka mittaa ja peilaa maan tieteeseen ja teknologiaan kohdistuvia ponnistuksia, havainnollistaa maan vahvuuksia ja heikkouksia sekä seuraa muutoksia tavoitteena tarjota aikainen varoitus tapah- tumista ja kehityskuluista, jotka saattaisivat heikentää kykyä vastata maan tarpeisiin.

Indikaattorien kehitystyössä Yhdysvaltain Tiedesäätiön ja OECD:n välinen suhde on ollut vuorovaikutteinen. 1970-luvun alussa Tiedesäätiö käynnisti oman indikaattorikehitystyönsä OECD:n tilastoaineistoon pohjautuvien analyysien

vaikutuksesta. 1970- ja 1980-luvulla OECD:ssä otettiin mallia Tiedesäätiön SEI-julkaisusta OECD:n käynnistäessä säännöllisen indikaattorijulkaisutoimintansa (Godin 2003).

4.2.2 Frascati-käsikirja

T&k-panostusten mittaamisessa OECD:n säännöllisesti päivittämällä menetelmäoppaalla, Frascati-käsikirjalla (OECD 2002) on keskeinen asema. Käsikirjassa määritellään t&k-toiminnan mittaamisessa käytettävät peruskäsitteet, tiedonkeruumenetelmät ja tilastotiedon luokitelutavat. Kussakin OECD-maassa t&k-panostusta mittaavat kyselytutkimukset nojaavat Frascati-käsikirjan määritelmiin ja ohjeistukseen. Tämän lisäksi myös muut organisaatiot kuten UNESCO ja Euroopan komission Tutkimuksen pääosasto käyttävät Frascati-käsikirjassa esitettyjä määritelmiä ja menetelmiä t&k-panostusten mittaamisen lähtökohtana.

Frascati-käsikirjan ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1963 ja parhaillaan käytössä oleva käsikirja on kuudes päivitetty versio. OECD:n Tiede, teknologia ja teollisuus -osasto valmistelee käsikirjan yhdessä jäsenmaiden asiantuntijoista koostuvan Tiede- ja teknologiaindikaattorityöryhmän (The Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators, NESTI) kanssa. Asiantuntijoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä lähinnä kansallisten tilastokeskusten (tilastotiedon tuottajat) ja tiede- ja teknologiapoliittisten toimijoiden (tilastotiedon käyttäjät) edustajia. Myös tutkijat ja konsultit ovat osallistuneet Tiede- ja indikaattorityöryhmän työhön ottamatta osaa varsinaiseen päätöksentekoon (OECD 2002, 3–4; vrt. Godin 2005, 54).

Frascati-käsikirjan ensimmäinen versio laadittiin aikana, jolloin kansainvälinen kiinnostus t&k-panostusten mittaamiseen oli virinnyt monien tekijöiden

summana. Yhtäältä useilla teollisuusaloilla oli investoitu huomattavasti t&k-toimintaan, joka oli työvoimaltaan ja resursseiltaan ennen näkemättömän professionaalista ja laaja-alaista. Tämä moderni t&k-toiminta teollisuuslaboratorioineen nähtiin teknologisen kehityksen ja samalla kansallisen kilpailukyvyn avaintekijänä. Toisaalta julkista rahoitusta suunnattiin enenevässä määrin t&k-toimintaan sekä yksityisellä että julkisella sektorilla, ja julkisen panostuksen laajuudesta ja vaikutuksista haluttiin tietoja päätöksenteon tueksi (Freeman & Soete 2007).

Alusta alkaen Frascati-käsikirjassa on kiinnitetty paljon huomiota siihen, että varsinaisen t&k-toiminta erotetaan sitä tukevista toiminnoista, kuten koulutustoiminnasta ja informaatiopalveluista, tai sitä lähellä olevista toiminnoista, kuten teknologian testauksesta ja standardoinnista. Vuoden 1963 Frascati-käsikirjassa erottaminen tehtiin sillä perusteella, että kaikki rutiiniin perustuva toiminta suljettiin t&k-määritelmän ulkopuolelle (Freeman & Soete 2007, 274–275). Tämä erotteluperuste näkyy myös uusimman vuoden 2002 version t&k-toiminnan määritelmässä (OECD 2002, 30):

Tutkimus ja kokeellinen kehittämistoiminta (t&k) on luovaa työtä, jota tehdään järjestelmällisesti tietovarannon lisäämiseksi, sisältäen ihmisen, kulttuurin ja yhteiskunnan tiedon, ja tämän tietovarannon käyttämiseksi uusien sovellusten kehittämiseen.

Käsikirjan mukaan t&k-toiminta voidaan edelleen jakaa joko perustutkimukseen, soveltavaan tutkimukseen tai kokeelliseen kehittämistoimintaan riippuen siitä, kuinka kaukana tai lähellä toiminta on käytännön sovellusten kehittämisestä. Oleellista on, että perus- ja soveltavassa tutkimuksessa tähdätään uu-

teen tietoon ja että kokeellinen kehittämistoiminta tähtää uusiin sovelluksiin kuten uusiin tuotteisiin, materiaaleihin ja palveluihin. Toiminta, jonka aiotuilla tuloksilla ei ole uutuusarvoa, ei kuulu käsikirjan mukaan t&k-toiminnan piiriin vaikka se tapahtuisi perinteisissä t&k-organisaatioissa kuten yliopistoissa. Samalla perusteella myös suuri osa innovaatiotoiminnasta rajataan t&k-toiminnan ulkopuolelle kuten uuden tuotteen tuotannon suunnittelu ja käynnistys, markkinointi ja käyttäjyhteistyö (ks. OECD 2002, 30–50).

4.2.3 Main Science and Technology Indicators

Kahdesti vuodessa ilmestyvä OECD:n (2007a) Main Science and Technology Indicators (MSTI) -indikaattorijulkaisu on yksi käytetyimmistä lähteistä, kun tutkijat tai politiikan tekijät vertaavat eri maiden tieteeseen ja teknologiaan kohdistuvia panostuksia keskenään. MSTI on ilmestynyt vuodesta 1988 lähtien ja siinä käytetyt indikaattorit kattavat kaikki OECD-maat sekä yhdeksän ei-jäsenmaata. Julkaisu koostuu 68 taulukosta ja lyhyistä menetelmä- ja spesifikaatio-osista.

Suurin osa esitetyistä tiedoista perustuu kohdemaissa toteutettuihin t&k-kustannuksiin ja -henkilöstömäärään selvittäviin kyselytutkimuksiin, joiden tuloksia esitetään kuudelta viimeiseltä vuodelta ja aikaisemmalta ajankohdalta valitulta vertailuvuodelta (Taulukko 2).⁵ Tiedonkeruussa ja -käsittelyssä käytetyt käsitteet ja menetelmät pohjautuvat Frascati-käsikirjaan. Muuhun aineistoon perustuen esitetään tietoja myös kohdemaiden hallitusten talousarvioiden t&k-toimintaan allokoituista kustannuksista, ulkomaisten tytäryritysten t&k-kuluista,

tuotetuista monikansallisista patenteista ja teknologiaan liittyvistä kauppataseista.

OECD:n MSTI:ssä esittämät indikaattorit keskittyvät kohdemaiden t&k-toimintaan panostamiin taloudellisiin resursseihin ja työvoiman määrään. T&k-toiminta on Frascati-käsikirjan mukaisesti määritelty kapeasti uuden tiedon ja uusin sovellusten tuottamiseen liittyväksi toiminnaksi, millä on rajallinen merkitys esimerkiksi innovaatioiden tuottamisessa (Smith 2005, 151). MSTI:ssä esitetyt indikaattorit kertovat lähinnä eri maiden professionaalisen t&k-toiminnan intensiteetistä (vrt. Freeman & Soete 2007, 273). T&k-toiminnan vaikutusten käsittely on MSTI:n fokuksen ulkopuolella.

4.2.4 Science, Technology and Industry Scoreboard

Kahden vuoden välein ilmestyvä OECD:n (2007b) Science, Technology and Industry Scoreboard -julkaisu (STI Scoreboard) on laaja-alainen katsaus OECD-jäsenmaiden ja eräiden ulkopuolisten maiden toiminnan aktiivisuudesta tieteen, teknologian, teollisuustoiminnan ja kansainvälistymisen saralla. Viimeisin vuoden 2007 katsaus on STI Scoreboard-sarjan kahdeksas. Yhdysvaltain Science and Engineering Indicators -julkaisun tapaan STI Scoreboardin rakenne on ensyklopedinen ja jokaisessa uudessa versiossa tarjotaan uusia indikaattoreita ja vertailutietoja. Nykyisessä versiossa on yli 200 kaavioin esitettyä vertailutietoa maiden ja maanosien välillä.

Vuoden 2007 julkaisu koostuu yhdeksästä pääjaksosta ja lyhyistä liitteistä, joissa kuvataan muun muassa käytetyt tietokannat (Taulukko 3). STI Scoreboard on luonteeltaan metakatsaus, joka pohjautuu pääosin OECD:n muissa yhteyksissä tuottamiin tietoihin ja

⁵ Vuoden 2007 MSTI:n vertailuvuosi oli 1995

Taulukko 2. Main Science and Technology Indicators -julkaisun pääjaksot, keskeiset indikaattorit ja niiden lähteet.

Pääjakso	Indikaattorit	Indikaattoreiden lähteet
T&k-toiminnan bruttokustannukset ja työvoima kohdemaissa	<ul style="list-style-type: none"> - t&k-toiminnan bruttokustannukset kohdemaissa (GERD) - GERD/BKT - perustutkimuskustannukset/BKT - tutkijatyövoiman määrä ja naisten osuus - t&k-kokonaistyövoiman määrä - t&k:n rahoituspohja ja sijoittuminen yhteiskuntasektoreittain 	kansalliset kyselytutkimukset
Yritysten t&k-toiminnan kustannukset ja työvoima	<ul style="list-style-type: none"> - yritysten t&k-kustannukset kohdemaissa (BERD) - BERD/BKT - yritysten tutkijatyövoiman määrä - yritysten t&k-kokonaistyövoiman määrä - yritysten t&k:n rahoituspohja ja sijoittuminen teollisuussektoreittain 	sama kuin yllä
Korkeakoulusektorin t&k-toiminnan kustannukset ja työvoima	<ul style="list-style-type: none"> - korkeakoulujen t&k-kustannukset (HERD) - HERD/BKT - korkeakoulujen tutkijatyövoiman määrä - korkeakoulujen t&k-kokonaistyövoiman määrä 	sama kuin yllä
Julkisen sektorin sisäisen t&k-toiminnan kustannukset ja työvoima	<ul style="list-style-type: none"> - julkisen sektorin sisäiset t&k-kustannukset (GOVERD) - GOVERD/BKT - yritysten rahoitusosuus julkisen sektorin tutkimuksesta - julkisen sektorin tutkijatyövoiman määrä - julkisen sektorin t&k-kokonaistyövoiman määrä 	sama kuin yllä
T&k-kustannukset hallitusten talousarvioissa	<ul style="list-style-type: none"> - t&k:n kokonaisbudjettikustannukset ja jakautuminen siviili- ja puolustusmenoihin 	hallitusten talousarviot
Ulkomaisten tytäryritysten t&k-kustannukset	<ul style="list-style-type: none"> - ulkomaisten tytäryritysten t&k-kustannukset 	OECD:n ulkomaisten tytäryritysten tietokanta
Patentit	<ul style="list-style-type: none"> - triadisten patenttien määrä ja osuus maittain 	Euroopan patenttinviraston tietokannat
Teknologia-kauppataseet	<ul style="list-style-type: none"> - teknologia-kauppatase (IPR, t&k-palvelut, -alihankinta jne.) - korkean teknologian teollisuuden kauppataseet 	OECD:n kansainvälisen kaupan tietokannat

julkaisuihin kuten Main Science and Technology Indicators -tietokantaan. Tarkastellut ajanjaksot vaihtelevat riippuen viimeisestä saatavissa olevasta tiedosta. Julkaisussa kunkin indikaattorin tausta ja metodologia kuvataan lyhyesti, minkä jälkeen esitetään kaaviona OECD-jäsenmaiden keskiarvo ja paremmuusjärjestys käsillä olevalla indikaattorilla mitattuna.

Yhdysvaltain tiedesäätiön SEI-julkaisun tapaan OECD:n STI Scoreboardissa esitetään runsaasti tieteeseen, teknologiaan ja innovaatio toimintaan liittyviä panos-, tuotos- ja vaikutusindikaattoreita, joiden väliset suhteet jäävät – SEI:n tavoin – erittelemättä ja arvioimatta. Indikaattoreiden lähteet ovat pääasiassa OECD:n omat tietokannat ja näin julkaisu antaa yleiskuvan siitä, mitä tie-

Taulukko 3. Science, Technology and Industry Scoreboard -julkaisun pääjaksot, keskeiset indikaattorit ja niiden lähteet

Pääjakso	Indikaattorit	Indikaattoreiden lähteet
T&k-toiminta ja tietoon investointi	<ul style="list-style-type: none"> tietoon investointi kohdemaissa (sisältää t&k-toiminnan bruttokustannukset, korkeakoulukustannukset ja ohjelmistoinvestoinnit) t&k-toiminnan rahoituslähteet ja sijoittuminen 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n MSTI-, kansantalouden tilinpito-, koulutus-, t&k- ja budjettitietokannat
Tieteen ja teknologian koulutus- ja työvoimatiedot	<ul style="list-style-type: none"> suoritetut korkeakoulututkinnot ja ulkomaalaisten osuus tutkinnon suorittajista (erityisesti luonnontieteiden ja teknillisten tieteiden tutkinnot) koulutetun työvoiman työllistymisaste, kansainvälinen liikkuvuus ja sijoittuminen 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n koulutus-, maahanmuutto- ja MSTI-tietokannat NSF:n SEI-julkaisu EU- ja kansalliset työvoimatutkimukset
Innovaatiopolitiikka	<ul style="list-style-type: none"> t&k-toiminta rahoituslähteen mukaan (yksityinen/julkinen) t&k-toiminnan kustannukset kansallisissa budjeteissa ja yritysten t&k-toiminnan verokohtelu yliopistojen patenttien ja yritysprojektien määrä 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n t&k-, MSTI- ja patenttitietokannat EU- ja kansalliset yrityskyselyt (CIS)
Innovaatiosuorituskyky	<ul style="list-style-type: none"> kohdemaiden patentointitiedot (lähinnä triadiset patenttiperheet) tieteelliset artikkelit yritysten innovaatioaktiivisuus yrityskoon mukaan 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n patentti- ja t&k-tietokannat NSF:n SEI-julkaisu Eurostatin CIS-yrityskysely
Informaatioteknologia	<ul style="list-style-type: none"> informaatioteknologia-investoinnit, -kauppa ja -t&k-toiminta internetin käyttötiedot 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n rahoituspalvelu-, tuottavuus-, viestintä-, ICT- ja kauppa- ja t&k-tietokannat Eurostatin ICT-käyttökyselyt
Erityisteknologia-alat	<ul style="list-style-type: none"> bioteknologian yritys-, julkaisu- ja patenttitiedot 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n bioteknologia-tilastot
Tieteen ja teknologian kansainvälistyminen	<ul style="list-style-type: none"> patenttien, t&k-toiminnan ja julkaisujen kansainvälisyys yhteistyön, rahoituksen ja omistuksen suhteen 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n patentti-, t&k- ja yritystietokannat
Globaalit talousvirrat	<ul style="list-style-type: none"> kansainvälisen kaupan ja investointitoiminnan tiedot 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n kansantalouden tilinpito-, yritys- ja investointitietokannat
Tuottavuus ja kauppa	<ul style="list-style-type: none"> kansantuote- ja tuottavuustiedot korkean teknologian yritystoiminnan tiedot 	<ul style="list-style-type: none"> OECD:n kansantalouden tilinpito-, tuottavuus-, ja yritystietokannat

teeseen, teknologiaan ja innovaatiotoimintaan liittyvää tietoa OECD:n piirissä on kerätty. Panostusten suhteen julkaisu nojaa MSTI:n t&k-toiminnan rahoitus- ja työvoimatietoihin. Tuotosindikaattoreiden osalta käytetään patenttitilastoja

ja bibliografisia tietokantoja. Merkille pantavaa on, että maiden innovaatiosuorituskykyä tarkasteltaessa mukana on myös useissa OECD-maissa toteutetut Community Innovation Survey (CIS) -yrityskyselyjen tulokset, jotka tarkaste-

levat yritysten sisäisen innovaatiotoiminnan aktiivisuutta. STI Scoreboardin vaikutusindikaattorit liittyen kansantuotteen, tuottavuuden ja kansainvälisen kaupan kehittymiseen esitetään yleisellä tasolla ilman erityistä tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan näkökulmaa.

4.3 Euroopan komission European Innovation Scoreboard -julkaisu

European Innovation Scoreboard (EIS) -julkaisu (EC 2008) on vuosittain ilmestyvä vertaileva katsaus EU-maiden ja eräiden ulkopuolisten maiden innovaatiotoiminnan kilpailukyvyistä. Vuosikymmenen alussa ensimmäisen kerran ilmestynyt julkaisu tuotetaan Euroopan komission Yritys- ja teollisuustoiminnan

pääosaston toimeksiannosta ja sillä seurataan osaltaan EU:n Lissabonin strategiaan liittyvien tavoitteiden toteutumista. Julkaisussa esitetään 25 indikaattorin pohjalta kohdemaiden innovaatiotoiminnan kokonaisindeksi (Summary Innovation Index), jonka perusteella maat asetetaan paremmuusjärjestykseen. Indikaattorit jakautuvat panos- ja tuotosindikaattoriryhmiksi ja kokonaisindeksissä indikaattoreiden painoarvo on sama (ks. Taulukko 4). Kokonaisindeksin ja sen pohjana olevien indikaattoriryhmien perusteella tapahtuvan maavertailun lisäksi julkaisussa verrataan EU-alueen kehitystä Yhdysvaltoihin ja Japaniin. Kunakin vuonna käsitellään myös erityisteemoja kuten palveluinnovaatioita ja t&k-toiminnasta riippumatonta innovaatiotoimintaa.

Taulukko 4. European Innovation Scoreboard -julkaisun indikaattoreiden pääryhmät, indikaattorit ja niiden lähteet (julkaisussa esitetyllä tarkkuudella).

Indikaattoriryhmät	Indikaattorit	Indikaattoreiden lähteet
Innovaatioajurit	<ul style="list-style-type: none"> – luonnontieteiden- ja teknillisten tieteiden loppututkimuksen suorittaneet ja korkeakoulutettujen osuus aikuisväestössä – aikuiskoulutuksen ja nuorisokoulutuksen osallistumisaste – laajakaistaliittymien yleisyys 	– Eurostat ja OECD
Tiedon luominen	<ul style="list-style-type: none"> – julkisen ja yksityisen sektorin t&k-toiminnan kustannukset (GOVERD, HERD ja BERD) – t&k-toiminnan kustannukset korkean teknologian teollisuudessa – julkista t&k-tukea saaneet yritykset 	– Eurostat (CIS-yrityskysely) ja OECD
Innovaatio ja yrittäjyys	<ul style="list-style-type: none"> – pk-yritysten innovaatiotoimintaan liittyvä sisäinen kehitystyö, yhteistyö ulkopuolisten kanssa ja toimintaan liittyvät kustannukset – varhaisvaiheen yritystoiminnan saama riskirahoitus – informaatioteknologia-investoinnit – pk-yritysten ilmoittamat organisaatioinnovaatiot 	– Eurostat (CIS) ja maailmanpankki
Sovellukset	<ul style="list-style-type: none"> – korkean teknologian teollisuuden ja siihen liittyvän palveluliiketoiminnan työvoimatiedot – korkean teknologian vienti – markkinoille uusien ja yritykselle uusien tuotteiden osuus yritysten liikevaihdosta 	– Eurostat (CIS) ja OECD
Immateriaali-oikeudet	<ul style="list-style-type: none"> – patentit (EPO-; USPTO- ja triadisit patentit) – suojatut tavaramerkit ja yhteisömallit 	– Eurostat, OECD ja Euroopan yhteisön tavaramerkkivirasto

Vuoden 2005 EIS-julkaisuun liittyvän metodologiaraportin mukaan EIS:ssa käytetyt indikaattorit on valittu relevanssin – erityisesti päätöksentekoprosessin kannalta – ja tiedon saatavuuden perusteella (Sajeva et al. 2005). Vuoden 2007 julkaisussa myönnetään, että tarkastelun pääpaino on panosindikaattoreissa, koska niihin liittyvä indikaattori-toiminta on vakiintunutta ja saatavilla olevia indikaattoreita on runsaasti. Lisäksi julkaisussa todetaan, että valitut tuotosindikaattorit kuten patentit voivat itse asiassa kuvata enemmän panostusta innovaatiotoimintaan kuin toiminnan tuloksesta. Kaiken kaikkiaan panos- ja tuotosindikaattoreiden ryhmittely ja suhde toisiinsa jää EIS-julkaisussa ja siihen liittyvässä vuoden 2005 metodologiaraportissa epäselväksi.

Indikaattorilähteiden osalta EIS-julkaisu nojaa leimallisesti Eurostatin ja kansallisten tilastokeskusten toteuttamiin CIS-yrityskyselyjen tuloksiin. Niitä käytetään valottamaan erityisesti pk-yritysten innovaatiotoiminnan aktiivisuutta kohdemaissa. EIS-julkaisusta onkin tullut yksi näkyvimmistä tavoista hyödyntää CIS-yrityskyselyiden tuloksia. CIS-yrityskyselyissä, joita toteutetaan koordinoitusti kaikissa EU-jäsenmaissa, selvitetään laaja-alaisesti yritysten innovaatiotoiminnan ja siinä harjoitettavan yhteistyön laajuutta ja luonnetta sekä innovaatioiden vaikutuksia yritysten toiminnalle. Tilastokeskusten CIS-yrityskyselyissä käyttämät käsitteet, luokitukset ja menetelmät perustuvat Oslo-käsikirjan suosituksiin. Oslo-käsikirja on OECD:n ja Eurostatin yhdessä tuottama ohjeisto, josta on parhaillaan käytössä kolmas uusittu versio (OECD & Eurostat 2005). Oslo-käsikirjassa käytetty innovaatiokäsite on laaja. Innovaatioiksi luetaan uudet tai merkittävästi parannellut tavara- ja palvelutuotteet, pro-

sessit, markkinointimenetelmät ja organisaatiojärjestelyt. Uniikkien innovaatioiden lisäksi innovaatioiksi luetaan myös yrityksen itsensä kannalta uudet innovaatiot kuin myös yrityksen markkinoiden kannalta uudet innovaatiot.

4.4 Muita indikaattorijulkaisuja

Edellä esitettyjen säännöllisesti ilmestyvien ja kansainvälisesti tunnettujen indikaattorijulkaisujen lisäksi tiedettä, teknologiaa ja innovaatiotoimintaa käsitteleviä indikaattoreita käytetään lukuisissa eri yhteyksissä. **Kansainvälisissä kilpailukykyvertailuissa** näillä indikaattoreilla on merkittävä painoarvo. IMD-tutkimuslaitoksen (Institute of Management Development) vuoden 2007 World Competitiveness -vuosikirjassa vertaillaan 55 maan kilpailukykyä 331 kriteerillä, joiden perusteella esitetään maiden kilpailukykyä kuvaava kokonaisindeksi (IMD 2007). Näistä kriteereistä 21 kohdistuu maiden teknologiseen infrastruktuuriin, 22 tieteelliseen infrastruktuuriin ja vajaa 10 korkeakoulutuksen toimivuuteen. Teknologinen infrastruktuuri viittaa tässä yhteydessä esimerkiksi maiden informaatioteknologiainvestointeihin ja -käyttäjämääriin, t&k-toiminnan julkisen rahoituksen saatavuuteen ja korkean teknologian vientiin. Tieteellinen infrastruktuuri viittaa niin t&k-toiminnan kustannus- ja työvoimatietoihin kuin myös tuotettuihin artikkeleihin, patentteihin ja saattuihin Nobel-palkintoihin. Korkeakoulutuksen osalta IMD tarkastelee muun muassa korkeakoulutettujen osuutta maiden väestössä, opiskelijoiden kansainvälistä liikkuvuutta ja koulutuksen toimivuutta yritysten tarpeiden kannalta.

Maailman talousfoorum (World Economic Forum, WEF) Global Competitiveness Report -kilpailukykyvertailussa käytetään vastaavia indikaatto-

reita määritettäessä 131 maan globaalia kilpailukykyä kuvaava kokonaisindeksi (Porter et al. 2006). Maailman talousfoorumin käyttämästä yli sadasta indikaattorista tieteeseen, teknologiaan ja innovaatiotoimintaan kohdistuvien indikaattoreiden osuus on noin viidennes.

Eräät maat ovat tuottaneet **kansallisia indikaattorijulkaisuja**, joissa tarkastellaan muutoksia maan tieteeseen, teknologiaan ja innovaatiotoimintaan liittyvässä toiminnassa valitulla indikaattorijoukolla mitattuna. Norjan tutkimusneuvosto on tuottanut vuodesta 1997 lähtien kahden vuoden välein ilmestyvää Report on Science & Technology Indicators for Norway -indikaattorijulkaisua, josta ilmestyi vuonna 2007 myös englanninkielinen lyhennetty versio (Research Council of Norway 2007). Englanninkielisessä versiossa tarkastellaan yli 60 indikaattorilla Norjan t&k- ja innovaatiotoimintaan suuntaamia rahallisia ja työvoimapanostuksia, yritysten yhteistyöaktiivisuutta t&k-hankkeissa sekä saavutettuja tuloksia patenttien, artikkeleiden ja innovatiivisten yritystoiminnan osalta. Indikaattorit perustuvat NIFU STEP -tutkimuslaitoksen (Norwegian institute for studies in innovation, research, and education) eri lähteistä kokoomiin tietoihin ja Norjan tilastokeskuksen yritys-kyselyaineistoihin (Innovation Survey).

Tanskan innovaationeuvosto (Danish Innovation Council) on teettänyt vuodesta 2004 lähtien vuosittain ilmestyvää Innovation Monitor -julkaisua, jossa esitetään vajaan 200 indikaattorin perusteella Tanskan innovaatiotoiminnan kapasiteettia kuvaava kokonaisindeksi ja verrataan sitä 22 muun maan vastaavaan

(FORA 2007). Tarkasteltavat teemat ovat yritystoiminnan aktiivisuus, tietointensiivisten alojen työvoima- ja koulutustiedot, tiedontuotanto ja -hyödyntäminen (esim. patentit, artikkelit, innovatiiviset yritykset) ja informaatioteknologian hyödyntäminen. Indikaattoreiden lähteet ovat moninaisia kuten OECD:n ja Euroopan komission indikaattorijulkaisuja.

Yhdysvalloissa on tuotettu **osavaltiotason indikaattorijulkaisuja**, joissa osavaltion taloudellisen suorituskyvyn määrittelyssä ja vertailussa hyödynnetään myös tieteeseen, teknologiaan ja innovaatiotoimintaan liittyviä indikaattoreita. John Adams Innovation Institute -tutkimuslaitos on tuottanut vuodesta 1997 lähtien vuosittain ilmestyvää Index of the Massachusetts Innovation Economy -julkaisua, jossa Massachusetts-osavaltion innovaatiotoimintaan liittyvää kilpailukykyä verrataan 10 toiseen osavaltioon ja valikoituihin maihin eri mantereilta kuten Suomeen ja Etelä-Koreaan (John Adams Innovation Institute 2007). Julkaisun tarkastelussa on osavaltioiden ja maiden rahalliset panostukset t&k-toimintaan julkisella ja yksityisellä sektorilla; korkeasti koulutetun työvoiman tarjonta; tietointensiivisten ja tiedeperustaisten teollisuus- ja palvelu-alojen taloudellinen kehitys; sekä korkean teknologian kauppaa ja työvoiman kansainvälinen liikkuvuus. Osavaltioiden osalta suoritetaan näihin teemoihin liittyen vertailua 20 indikaattorin – kuten uuden yritystoiminnan määrän ja patentointiaktiivisuuden – osalta. Indikaattorit perustuvat moniin lähteisiin kuten yritys-kartoituksiin ja Kansallisen tiedesäätiön tietoihin.

5 KOTIMAINEN KATSAUS

Suomessa toteutetaan runsaasti tieteen, teknologiaan ja innovaatiotoimintaan kohdistuvaa arviointitoimintaa ja tutkimusta, indikaattoreiden kehitystyötä ja julkaisutoimintaa. Vaikuttavuusarvioinnin kannalta erityisesti Tekesin ja Suomen Akatemian pitkäjänteiset panostukset ovat olleet huomattavia. Horisontaalista yhteistyötä on kuitenkin tehty rajoitetusti eikä Suomessa ilmesty esimerkiksi Tanskan ja Norjan tapaan kansallista indikaattorijulkaisua, jossa pyritäisiin säännöllisesti ja kokoavasti arvioimaan tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan yhteiskunnallisia ja taloudellisia vaikutuksia.⁶ Kuten Tiede- ja teknologianeuvoston kannanotossa vaikuttavuuden arvioinnin ja ennakkoinnin kehittämistä todetaan, kotimainen arviointitoiminta tapahtuu pitkälle kunkin organisaation ja sektorin sisällä keskittyen yksittäisen toimijan, ohjelman, hankkeen, tieteenalan tai toimenpiteen arviointiin (TTN 2007, 14).

Seuraavassa luodaan katsaus kotimaassa tehtävään tiedettä, teknologiaa ja innovaatiotoimintaa käsittelevään arviointi- ja julkaisutoimintaan lähinnä vaikuttavuusarvioinnin näkökulmasta. Katsauksessa tarkastellaan keskeisten toimijoiden tärkeimpiä julkaisuja ja aineistoja, joissa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuutta ja niihin liittyviä indikaattoreita on Suomessa viime vuosina käsitelty. Katsauksessa keskitytään säännöllisesti ilmestyviin tai päivittyviin julkaisuihin ja aineistoihin.

Tämä tarkoittaa sitä, että muun muassa tutkimusjulkaisut ja erillisselvitykset ovat pääsääntöisesti tarkastelun ulkopuolella. Katsauksessa sivutaan myös lyhyesti sitä, mihin tavoitteisiin ja käyttötarkoituksiin liittyen vaikuttavuutta on tarkasteltu eri toimijoiden piirissä.

5.1 Tekesin arviointitoiminta

Teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuuden arviointi on Tekesin keskeisiä tehtäviä.⁷ Arvioinnin tuloksia hyödynnetään Tekesin omassa toiminnassa erityisesti teknologiarahoituksen suunnittamisessa ja ohjelmatoiminnan kehittämisessä. Käyttäen toiminnan päämääriin perustuvia mittareita Tekes seuraa ja arvioi tuloksia ja vaikutuksia rahoittamisaan projekteissa. Ulkopuolisten asiantuntijoiden panosta on hyödynnetty Tekesin oman organisaation ja toimintojen kuten teknologiaohjelmien vaikuttavuuden arvioinnissa. Tekesin ja sen Vaikuttavuusarviointi-yksikön piirissä tehtävään arviointityöhön liittyvä julkaisutoiminta on mittavaa ja siihen sisältyy niin teknologiaohjelmien erillis- ja teemaarvioinnit, hankeseurantaan liittyvät selvitykset, synteesiraportit kuin erillisselvitykset ja tutkimukset.

Vaikuttavuuden arvioinnin merkitys perustuu osaltaan Työ- ja elinkeinoministeriön ja Tekesin väliseen tulossopimukseen. Sopimuksessa Tekesin tehtäväksi on määritelty useiden pitkän ajan yhteiskunnallisten vaikuttavuustavoittei-

⁶ Norjan tutkimusneuvoston ja Tanskan innovaationeuvoston kansallisista indikaattorijulkaisuista, ks. jakso 4.4.

⁷ Tekesin arviointitoiminnan määrittelystä, ks. <http://www.tekes.fi/TilastotJaVaikutukset/arviointi.html>.

den edistäminen Suomessa. Näihin vaikuttavuustavoitteisiin sisältyy niin t&k- ja innovaatiotoiminnan osaamisohjan, elinkeinoelämän uudistumisen ja tuottavuuden kasvun kuin hyvinvoinnin edistäminen.⁸

Teknologiaohjelmien arvioinnit.

Keskeisen osan Tekesin arviointitoiminnasta muodostavat kansallisten teknologiaohjelmien arvioinnit⁹, jotka teetätään ulkopuolisilla riippumattomilla asiantuntijatahoilla. Pääsääntöisesti kaikki teknologiaohjelmat arvioidaan niiden päättyessä. Lisäksi toteutetaan väli- ja jälkiarviointeja sekä useita ohjelmia tarkastelevia teema-arviointeja, joissa jokin teema – kuten innovaatioiden kaupallistaminen – nostetaan erityisen tarkastelun kohteeksi. Vaikka arvioinneissa on tarkasteltu ohjelmille asetettujen vaikuttavuustavoitteiden edistämistä, on huomautettu että teknologiaohjelmien arviointien pääpaino ei ole ollut niinkään ohjelmien vaikuttavuuden varmistamisessa vaan uusien näkökulmien ja kehittämisideoiden tuottamisessa ohjelmatoimintaan (VTV 2008, 112, 114).

Hankeseuranta. Tekesin rahoittamien projektien hankeseurannan yhteydessä on toteutettu laajoja asiakaskyselyjä, joiden pohjalta on tehty selvityksiä erityisesti julkisen rahoituksen vaikutuksesta yritysten omiin tutkimus- ja kehityspanoksiin (esim. Kiuru et al. 2008). Selvityksissä on keskitytty pääasiassa jälkiraportointiaineistoon. Se koostuu Tekesin asiakkaiden kolme vuotta projektin päättymisen jälkeen Tekesille toimittamista vastauksista projektia ja sen vai-

kutuksia koskeviin kysymyksiin. Jälkiraportoinnin vastausprosentti oli vuosina 1999–2003 toteutetuille hankkeille 66 %, mikä tarkoittaa keskimäärin yli tuhatta vastausta vuosittain (Tekes 2007, 65).

Synteisiraportit.

Viime vuosina Tekes on tuottanut synteisiraportteja t&k- ja innovaatiotoiminnan panoksista, tuloksista ja vaikutuksista Suomessa (esim. Tekes 2008). Synteisiraporteissa kootaan yhteen useista eri lähteistä peräisin olevia tilastoja (esim. Tilastokeskus, OECD ja Tekesin omat kyselyt) ja tehdään yhteenvetoa saatavilla olevasta kansainvälisestä ja kotimaisesta tutkimustiedosta. Näitä tietoja raportoidaan myös Tekesin verkkosivujen laajassa t&k- ja innovaatiotoiminnan esittelyaineistossa.¹⁰

Muita julkaisuja ja aineistoja.

Demonstraationa Tekesin toiminnan vaikuttavuudesta Tekesin verkkosivuilla on raportoitu noin 300 esimerkkiä innovaatioista ja vastaavista tuloksista, joihin Tekesin toiminnalla on ollut vaikutusta.¹¹ Tekes rahoittaa merkittävästi t&k- ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia käsitteleviä erillistutkimuksia, jotka jäävät tämän katsauksen tarkastelun ulkopuolelle (esim. Berghäll et al. 2006).

5.2 Suomen Akatemian arviointitoiminta

Suomen Akatemian toiminta-ajatuksena on edistää korkeatasoista tutkimusta Suomessa tieteelliseen laatuun perustuvalla rahoituksella, luotettavalla arvioinnilla, tiedepoliittisella asiantuntemuksel-

⁸ Kauppa- ja teollisuusministeriön ja Tekesin välinen tulossopimus vuodelle 2008: <http://www.tekes.fi/tekes/netra/suunnitelmat/tulossop08.pdf>

⁹ Julkaisuluettelo tuoreimmista Tekesin teknologiaohjelmien arviointiraporteista: <http://www.tekes.fi/julkaisut/arviointirap.html>

¹⁰ <http://www.tekes.fi/tekes/esittely/esittelyaineisto.html>

¹¹ http://www.tekes.fi/ajankohtaista/asiakkaiden_tuloksia/

la ja kansainvälisellä yhteistyöllä. Monella tasolla tapahtuva tutkimuksen arviointi ja arviointimenetelmien kehittäminen on Akatemian toiminnan ytimessä. Yhtäältä rahoituspäätösten yhteydessä toteutetaan vuosittain yli 4000 hankesuunnitelman tieteellinen vertaisarviointi pääasiassa ulkomaisten asiantuntijoiden voimin. Toisaalta Akatemia harjoittaa laajalaista jälkiarviointitoimintaa, joka kohdistuu Akatemian oman organisaation ja toimintaprosessien lisäksi myös Suomen tutkimusjärjestelmän vaikuttavuuteen yleensä.

Tekesin tulossopimusta vastaavasti myös Opetusministeriön ja Akatemian välisessä tulossopimuksessa Akatemian tehtäväksi on kirjattu laaja-alaiset yhteiskunnallista vaikuttavuutta koskevat tavoitteet. Niiden mukaan Akatemian tulee edistää kotimaisen tutkimuksen laatua, kansainvälistä tunnettavuutta ja yhteiskunnallista arvostusta. Tämän lisäksi Akatemian tulee tukea tutkimuksen uusiutumista, monimuotoisuutta ja tutkimustulosten hyödyntämistä yhteiskunnan parhaaksi.¹²

Suomen tieteen tila ja taso. Vuodesta 1997 lähtien Akatemia on laatinut kolmen vuoden välein kokonaiskatsauksen Suomen tieteen tilasta ja tasosta. Katsauksissa on pyritty muodostamaan kokonaisarvio suomalaisesta tutkimusjärjestelmästä muun muassa rahoitus- ja työvoimaresurssien, tiedepoliittisten toimenpiteiden ja julkaisutoiminnan tuloksellisuuden näkökulmasta. Viimeisin katsaus on vuodelta 2006, jolloin yhden yhteenvetoraportin sijaan tuotettiin useita julkaisuja käsittävä arviointikokonaisuus. Se koostui a) ulkopuolisen asian-

tuntijapaneelin laatimasta Akatemian tutkimusrahoituksen vaikuttavuuden arviointiraportista (Akatemia 2006), b) Akatemian tieteellisten toimikuntien erillisraporteista rahoittamansa tutkimuksen vaikutuksista (esim. Linko & Danielsen 2006), c) kotimaan tieteellisestä julkaisutoiminnan bibliometrisestä analyysistä ja kansainvälisestä vertailusta (Lehvo & Nuutinen 2006) ja d) vaikuttavuusarvioinnin menetelmien ja indikaattoreiden selvitystyöstä (Kanninen & Lemola 2006). Seuraava katsaus Suomen tieteen tilaan ja tasoon valmistuu vuonna 2009.

Tieteenala-arvioinnit. Tutkimusjärjestelmän kokonaisarvion ohella Akatemia toteuttaa erikseen valittujen tieteen- ja tutkimusalojen arviointeja tarpeen mukaan. Näissä arvioissa kansainväliset asiantuntijapaneelit arvioivat kohteena olevan tieteenalan ja sen osa-alueiden kehitymistä ja kansainvälistä tasoa Suomessa. Tarkastelun aikajänne voi ylittää yli puolivuosisikymmentä ja samassa yhteydessä voidaan tarkastella useita kymmeniä kotimaisia tutkimusyksiköitä (esim. Akatemia 2007).

Ohjelma-arvioinnit. Akatemia arvioi säännöllisesti rahoittamansa tutkimusohjelmat ja huippuyksikköohjelmat niiden päätyttyä ulkopuolisin asiantuntijavoimin. Tutkimusohjelmien osalta arvioidaan muun muassa tavoitteiden toteutumista, tieteellistä tuloksellisuutta ja vaikuttavuutta suhteessa ohjelman lähtökohtiin ja rahoitusmäärään (esim. Akatemia 2008). Viime vuosina tutkimusohjelmia on arvioitu 1–2 vuoden sisään niiden päättymisestä.

¹² Opetusministeriön ja Suomen Akatemian välinen tulossopimus vuosille 2007–2009: http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/ohjaus_ ja_ rahoitus/tulosohjaus/tulossopimukset/2007/SA_2007-09.pdf

5.3 Tilastokeskuksen Tiede-, teknologia ja tietoyhteiskunta -tilastot

Tilastokeskus tuottaa ja julkaisee runsaasti tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan panoksiin, tuotoksiin ja osittain myös vaikuttavuuteen liittyvää tilastoa. Tilastoja käytetään perustietona niin kansainvälisissä vertailuissa ja tutkimuksessa kuin kotimaisissa selvityksissä ja synteesiraporteissa. Tilastoaineisto on käytettävissä Tilastokeskuksen verkkosivuilla ”Tiede-, teknologia ja tietoyhteiskunta” -osiossa, jonne on koottu muun muassa t&k-toiminnan resursseja, patenttihakemuksia, yritysten innovaatio toimintaa ja tieto- ja viestintä teknologian käyttöä kuvaavia tilastoja.¹³ Tilastoihin sisältyy sekä säännöllisesti että epäsäännöllisesti päivittyviä tilastosarjoja. Varhaisempia tilastoja on tuotettu 1970-luvulta lähtien. Tilastojen tuotanto perustuu tilastolakiin ja EU:n asetuksiin.

T&k-toiminta. Tilastokeskus on tuottanut vuodesta 1971 lähtien nykyisin vuosittain ilmestyvää Tutkimus- ja kehittämistoimintatilastoa, jossa kuvataan t&k-toimintaan suunnattuja rahallisia ja työvoimaresursseja kuten tutkimushenkilökuntamäärää. Tilaston laadinnassa noudatetaan OECD:n (Frascati-käsikirja) ja EU:n suosituksia. Aineisto perustuu yrityksiltä, yliopistoilta ja muilta julkisen sektorin organisaatioilta kerättyyn kyselyaineistoon. Tulokset kertovat Suomen t&k-toiminnan panostuksista ja niitä käytetään muun muassa OECD:n Main Science and Technology Indicators -julkaisussa. T&k-työvoimaresursseja kuvaa myös Tilastokeskuksen Tieteen ja teknologian henkilövoimavarat -tilasto, jossa kuvataan korkea-asteen tutkinnon suorittaneiden määrää, sijoittumista ja liikkuvuutta.

Innovaatio toiminta. Osana Eurostatin koordinoimaa Community Innovation Survey (CIS) -tutkimusta Tilastokeskus on toteuttanut Innovaatiotutkimuksia, jotka sisältävät tietoja yritysten tuote- ja prosessi-innovaatioiden yleisyydestä; innovaatio toiminnasta mukaan lukien yhteistyön ja innovaatioiden vaikutukset; sekä yritysten käyttöönottamien markkinointi- ja organisaatio innovaatioiden yleisyydestä. Innovaatiotutkimus on ilmestynyt epäsäännöllisesti. Viimeisimmän, vuonna 2008 ilmestyneen tutkimuksen tiedot perustuvat vuosien 2004–2006 tietoihin. Tutkimuksen keskeiset käsitteet perustuvat OECD:n ja Eurostatin määritelmiin (Oslo-käsikirja). Aineistona käytetään yrityskyselyitä, jotka on tehty vähintään 10 henkilöä työllistävillä yrityksillä. Innovaatiotutkimuksen tuloksia hyödynnetään muun muassa tutkimuksessa.

T&k-rahoitus valtion talousarviossa. Tilastokeskus julkaisee vuosittain valtion tutkimus- ja kehittämisrahoituksen tilaston, joka sisältää tietoja julkisen sektorin organisaatioille valtion talousarviossa myönnetystä t&k-toiminnan rahoituksesta. Alun alkaen tilastoa on laadittu vuodesta 1975 lähtien. Tilaston ylläpito siirtyi Suomen Akatemialta Tilastokeskukselle vuonna 2002. Aineisto perustuu hallinnonalojen asiantuntijoille lähetettävään kyselyyn ja osittain suoraan talousarvioesitykseen. Julkisen sektorin t&k-panostuksista kertovaa tietoa käytetään niin tiede- ja teknologiahallinnon budjettisuunnittelussa kuin OECD:n kansainvälisissä vertailuissa.

Patentointi. Tilastokeskuksen vuosittain ilmestyvä patentointia kuvaava tilasto sisältää tiedot sekä Suomessa haetuista ja myönnettyistä patenteista että suomalaisten hakijoiden kansainvälisistä

¹³ Tilastokeskuksen Tiede, teknologia ja tietoyhteiskuntatilastot: <http://www.stat.fi/til/ttt.html>

patenteista (Euroopan ja Yhdysvaltojen patenttivirastot). Suomessa haettujen patenttien osalta tilastointi alkaa vuodesta 1972. Aineistona käytetään Patentti- ja rekisterihallituksen toimittamia tietoja. T&k- ja innovaatiotoiminnan tulosindikaattorina käytettävää patentointitietoa käytetään tiede- ja teknologiahallinnossa, tutkimuksessa ja kansainvälisissä vertailuissa.

Korkean teknologian ulkomaankauppa. Tilastokeskuksen Korkean teknologian ulkomaankauppatilasto sisältää tietoja Suomen korkean teknologian tuotteiden kaupasta. Korkean teknologian yritykset määritellään niiden t&k-menojen mukaan (vähintään 4 % liikevaihdosta). Vuosittain ilmestyvää tilastoa on tuotettu 1980-luvun lopusta lähtien. Aineistona käytetään Tullihallituksen toimittamia tietoja. T&k- ja innovaatiotoiminnan tuloksellisuudesta ja vaikuttavuudesta kertovaa korkean teknologian ulkomaankaupan tietoja käytetään esimerkiksi OECD:n kansainvälisissä vertailuissa.

Tietoyhteiskuntatilastot. Tilastokeskus tuottaa vuosittain tilastoja tietojen ja viestintäteknikan infrastruktuurista ja käytön aktiivisuudesta kotitalouksissa ja yrityksissä liittyen esimerkiksi internetin käyttöön. Näitä tietoyhteiskunnan kehittymistä kuvaavia tilastoja on laadittu 1990-luvun lopulta lähtien (televiestinnän osalta 1980-luvulta lähtien). Aineistona on käytetty sekä kotitalous- että yrityskyselyitä.

5.4 Opetusministeriön piirissä tehtävä korkeakoulujen arviointitoiminta ja KOTA-tietokanta

Opetusministeriön piirissä on kehitetty pitkän ajan kuluessa välineitä ja toimintoja korkeakoulujen panostusten, tulos-

ten ja osittain myös vaikuttavuuden arviointiin. Vaikuttavuusarvioinnin kannalta viimeaikaisista indikaattoreiden kehittämishankkeista huomattavimpia on ollut ”Yliopistojen yhteiskunnallinen vuoro-vaikutus” -selvitystyö (Ritsilä et al. 2007). Selvitystyössä tarkasteltiin yliopistojen yhteiskunnallista vuoro-vaikutusta eli integraatiota suhteessa innovaatiotoimintaan, työmarkkinoihin, sosio-ekologiseen kehitykseen, alueelliseen toimintaympäristöön ja yhteiskunnalliseen keskusteluun. Näihin teemoihin liittyen selvitystyössä koottiin laaja aineisto olemassa olevista ja toteuttamiskelpoisista indikaattoreista vuoro-vaikutuksen arvioimisen tueksi.

Korkeakoulujen ulkoisen arvioinnin kannalta ministeriön yhteydessä toimivan Korkeakoulujen arviointineuvoston (KKA) rooli on keskeinen. KKA auditoi korkeakoulujen toteuttamia laadunvarmistusjärjestelmiä, osallistuu koulutuksen laatuyskikköjen valintaan ja toteuttaa koulutusala- tai teema-arviointeja. Työnjako suhteessa Suomen Akatemiaan toteutuu siten, että Akatemia vastaa teollisen tutkimuksen ja tiedepolitiikan arvioinnista KKA:n keskittyessä nimenomaisesti korkeakoulutuksen laatuun (KKA 2007).

Viime vuosina yliopistoja koskevaa arviointitoimintaa ovat ohjanneet erityisesti tietotarpeet liittyen ministeriön ja yliopistojen välisten tulossopimusten suunnitteluun, seurantaan ja raportointiin. Tulossopimustoiminnan kannalta tärkein työväline on KOTA-tietojärjestelmä, johon kerättyä tietoa hyödynnetään monin tavoin myös tutkimuksessa. Opetusministeriön omassa julkaisutoiminnassa KOTA-tietokannan tietoja kootaan ja esitellään vuosittain Yliopistot- ja Yliopistotilastot-julkaisuissa.¹⁴

¹⁴ KOTA-tietokantaan liittyvät OPM:n julkaisut, ks: <http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/yliopistokoulutus/tilastoja/?lang=fi>

Tutkimuksessa KOTA-tietokannan tiedot on hyödynnetty muun muassa tieteenalojen ja yliopistojen tuloksellisuuden tarkastelussa (Kivinen & Hedman 2004; Kivinen et al. 2008).

Opetusministeriön Koulutus- ja tiedepolitiikkaosaston ylläpitämä KOTA-tietokanta on valtakunnallinen yliopisto- ja koskeva tilastotietokanta, joka sisältää yliopisto- ja koulutusaloilta tietoja vuodesta 1981 lähtien. Tietokannan tiedot perustuvat pääasiassa yliopistojen vuosittain toimittamiin tietoihin. Muita käytettyjä tietolähteitä ovat Opetushallituksen, Tilastokeskuksen ja Kansainvälisen henkilövaihdon keskuksen CIMO:n tiedot. KOTA-tietokannan päätarkoitus on toimia Opetusministeriön ja yliopistojen välisten tulohjauksen työkaluna liittyen tulossopimusten suunnitteluun, seurantaan ja raportointiin. KOTA-tietokannan tietoja on saatavissa julkisesti KOTA online -palvelusta.¹⁵

KOTA-tietokannan tiedot jakaantuvat 19 tietoryhmään (OPM 2006). Yliopisto-opiskelijoiden osalta KOTA-tietokannassa on tietoja opiskelupaikkaa hakevista ja hyväksytyistä, opiskelijoiden kokonaismäärästä sekä uusien ja ulkomaalaisten opiskelijoiden osuudesta. Tutkimusten osalta tietokannassa on tietoja tutkimusten määrästä, niiden suoritusajoista ja tutkimuksen suorittajien sijoittumisesta työelämään. Yliopistojen resursseista tietokantaan on koottu tietoja henkilöstön määrästä, saadusta budjetista ja ulkopuolisesta rahoituksesta, sekä yliopistojen käytössä olevista tiloista. Yliopistojen kustannusten jakaantumista tarkastellaan tulosalueittain (koulutus, tutkimus, taiteellinen toiminta ja yhteiskunnalliset palvelut). Yliopistojen muun opetustoiminnan osalta tietokannassa on tietoja harjoittelukoulujen toiminnasta sekä yliopistojen

antamasta täydennyskoulutuksesta ja avoin yliopisto -opetuksesta.

KOTA-tietokanta sisältää tietoja myös kansainvälisestä liikkuvuudesta sisältäen tiedot yliopistojen opettaja- ja tutkijavierailuista sekä opiskelijavaihdosta. Kansainvälistymiseen liittyen tietokannassa tilastoidaan yliopistoissa annetun vieraskielisen opetuksen määrä. Yliopistojen julkaisutoiminnan osalta tilastoidaan koti- ja ulkomaisten tieteellisten julkaisujen määrä julkaisutyypeittäin.

5.5 Muita julkaisuja ja aineistoja

Tutkimuslaitosten vaikuttavuuden arviointi. Julkisten tutkimuslaitosten vaikuttavuuteen on viime vuosina kiinnitetty huomiota kahdessa peräkkäisessä VTT-vetoisessa hankkeessa. Näistä hankkeista ensimmäinen, JYVA-hanke (Julkisten tutkimusorganisaatioiden yhteiskunnalliset vaikutukset), loppui vuonna 2006 ja toinen, VALO-hanke (Vaikuttavuus osana tutkimusorganisaatioiden tulohjausta), päättyi syyskuussa 2008. JYVA-hanke toteutettiin VTT:n ja neljän tutkimuslaitoksen yhteistyössä paneutuen näiden laitosten vaikuttavuuteen. Hankkeessa julkaistiin organisaatiokohtaisia raportteja ja englanninkielinen yhteenvetoraportti (JYVA-hankkeen julkaisuista, ks. Lähtenmäki-Smith et al. 2006). VALO-hanke toteutettiin laajennetussa yhteistyöverkossa VTT:n ja neljän ministeriön kesken liittyen vaikuttavuuden arviointiin ja tulohjaukseen tutkimuslaitosten ja ministeriöiden välisessä yhteistyössä.

JYVA-hankkeen tavoite oli kehittää tutkimuslaitosten t&k-toiminnan vaikuttavuuden arviointia ja siihen liittyviä indikaattoreita yli hallinnonalarajojen. Hankkeessa toteutetun vaikuttavuusarvioinnin kohteena oli VTT:n lisäksi kaksi

¹⁵ KOTA online: <https://kotaplus.csc.fi/online/Etusivu.do>

tutkimuslaitosta ja kaksi ammattikorkeakoulua.¹⁶ Hankkeessa analysoitiin kohteena olevien organisaatioiden vaikuttavuusarviointitoimintaa ja toteutettiin SWOT-analyysi¹⁷ organisaatioiden t&k-toiminnan lähtötilanteesta. Lisäksi hankkeessa selvitettiin sidosryhmien näkemyksiä organisaation vaikuttavuudesta ja esitettiin toimenpide-ehdotuksia t&k-toiminnan arviointijärjestelmien kehittämiseksi. Hankkeessa kuvattiin myös yleisellä tasolla organisaatioiden vaikuttavuusulottuvuuksia ja niitä kuvaavia indikaattoriesimerkkejä ilman varsinaista erittelyä esitettyjen indikaattoreiden valintaperusteista tai niiden välisistä suhteista. Esimerkiksi organisaatioiden taloudellista, teknologista ja kaupallista vaikuttavuusulottuvuutta kuvaaviksi indikaattoreiksi hankkeessa esitettiin parantunutta kilpailukykyä, kustannussäästöjä, kasvaneita t&k-panostuksia, patentteja jne.

Tiede- ja teknologiabarometrit.

Suomessa on 2000-luvulla julkaistu useita peräkkäisiä kyselytutkimuksia kansalaisten suhteesta ja asennoitumisesta tieteeseen ja teknologiaan. Yhdyskuntatutkimus Oy on julkaissut Tieteen tiedotus ry:n toimeksiannosta vuosina 2001, 2004 ja 2007 Tiedebarometri-tutkimukset, joissa selvitetään kansalaisten suhdetta tieteeseen käyttäen aineistona laajaa kansalaiskyselyä. VTT on tuottanut Tekniikan Akateemisten Liitto TEK ry:n toimeksiannosta Teknologiabarometri-tutkimukset (TEKbaro) vuosina 2004, 2005 ja 2007. Teknologiabarometrissa selvite-

tään Suomen teknillistieteellisen osaamisen ja kehityksen tilaa perustuen kohde-ryhmäkyselyistä ja kansainvälisistä tilastolähteistä saatuihin tietoihin.

Vuoden 2007 Tiedebarometri koostuu kolmesta jaksosta.¹⁸ Näistä ensimmäisessä selvitetään väestöryhmittäin kansalaisten tiedettä koskevaa kiinnostusta, kansalaisten käyttämiä tietolähteitä sekä tietoutta suomalaisista tieteenharjoittajista ja tieteen saavutuksista. Toisessa osassa eritellään edelleen väestöryhmittäin kansalaisten tiedettä koskevia arvostuksia kuten luottamusta tieteeseen, arviota tieteen tasosta ja merkityksestä muulle yhteiskunnalle. Tässä osassa esitetään myös vertailua aikaisempien tiedebarometri tuottamiin tuloksiin nähden. Kolmas osa, jota ei ole aiemmissa tiedebarometreissa, kartoittaa kansalaisten suhtautumista tiedepoliittisiin kehittämissuhteisiin kuten yliopistojen rakennemuutoksiin. Kaiken kaikkiaan suomalaisen Tiedebarometrin esitystapa ja sisältö on pitkälle yhtenevä Yhdysvaltain tiedesäätiön SEI-julkaisun kansalaisten tietotasoa ja asenteita koskevan jaksoson kanssa.

Vuoden 2007 Teknologiabarometri koostuu kahdesta osasta ja niihin perustuvasta yhteenvedosta.¹⁹ Ensimmäisessä osassa esitetään lähinnä Eurostatin tilastotietoihin perustuen indikaattoreita Suomen tieteellis-teknologisesta tilasta ja yhteiskunnallisesta kehityksestä suhteessa seitsemään muuhun maahan kuten Ruotsiin, Saksaan ja Yhdysvaltoihin. Tarkasteltuja teemoja ovat muun muassa

¹⁶ Kohdeorganisaatiot olivat Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos (MTT), Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos (PvTT), Helsingin liiketalouden ammattikorkeakoulu (Helia) ja Satakunnan ammattikorkeakoulu (SAMK). VTT:n osalta hankkeessa hyödynnettiin aiemmin toteutettujen vaikuttavuusarviointien tuloksia

¹⁷ SWOT: toiminnan vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat

¹⁸ Tiedebarometri 2007 saatavissa verkossa osoitteessa: <http://www.sci.fi/~yhdys/tb3/tiedebaro3.htm>

¹⁹ TEKbaro 2007 saatavissa osoitteessa: <http://www.tek.fi/ci/pdf/teknologia/TEKbaro2007.pdf>

koulutus (esim. PISA-tutkimus), t&k-investoinnit ja tulokset (esim. patentit ja julkaisut), tieto- ja viestintäteknologian käyttö, yritystoiminnan aktiivisuus ja investoinnit. Näiden lisäksi tarkastellaan myös kestävään kehitykseen liittyviä teemoja kuten sosiaalista koheesiota ja ympäristön tilaa.

Teknologiabarometrin toinen osa perustuu kyselytutkimukseen, joka on tehty neljälle valikoidulle kohderyhmälle kuten TEK:n luottamushenkilöille ja t&k-intensiivisten yritysten edustajille. Kyselyllä on selvitetty kohderyhmien suhtautumista koulutus- ja työvoimatarpeisiin, tieteen ja teknologian toimijoihin ja niiden tasoon, yrittäjäaktiivisuuteen sekä kestävään kehitykseen liittyviin teemoihin. Kokonaisuutena Teknologiabarometri tarjoaa runsaasti näkökulmia ja koottua tietoa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan tilasta Suomessa. Käytetyt indikaattorit ja tarkasteluteemat jäävät kuitenkin irralliseksi, koska

niiden valintaperusteita tai keskinäisiä suhteita ei eritellä.

5.6 Yhteenvetotaulukko

Taulukossa 5 on esitetty yhteenveto tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuusarvioinnin kannalta keskeisten toimijoiden julkaisuista ja aineistoista Suomessa. Vaikuttavuusarvioinnin kannalta relevanttia aineistoa on tuotettu runsaasti ja osin myös pitkällä aikajännteellä. Kokonaiskuvan muodostamista tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksista hankaloittaa saatavissa olevan aineiston hajanaisuus ja yhteismittomuus. Toimijat ovat tuottaneet aineistoa toisistaan riippumatta erillisiä tarkoituspäriä varten kuten tiettyjen organisaatioiden aikaan saamien vaikutusten osoittamiseksi. Tilastokeskuksen tuottamat perustilastot muodostavat tästä poikkeuksen ja niitä onkin hyödynnetty laajasti muiden toimijoiden piirissä.

Taulukko 5. Yhteenveto tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikuttavuusarvioinnin kannalta keskeisistä toimijoista, julkaisuista ja aineistoista Suomessa.

Toimija	Julkaisut ja aineistot
Tekes	<ul style="list-style-type: none"> - Teknologiaohjelmien erillis- ja teema-arvioinnit - Hankeseurantaan liittyvät kyselyaineistot ja selvitykset - Synteesiraportit ja -esitysaineistot - Erillisselvitykset ja tutkimukset
Akatemia	<ul style="list-style-type: none"> - Suomen tieteen tila ja taso -katsaus - Tieteenala-arvioinnit - Ohjelmien erillisarvioinnit - Erillisselvitykset ja tutkimukset
Tilastokeskus	<ul style="list-style-type: none"> - Tutkimus- ja kehittämistoimintatilasto - Innovaatiotutkimus - Tutkimus- ja kehittämisrahoitus valtion talousarviossa - Patentointitilasto - Korkean teknologian ulkomaankauppa - Tietoyhteiskuntatilastot
Opetusministeriö	<ul style="list-style-type: none"> - KOTA-tietokantaan liittyvät aineistot, julkaisut ja tutkimukset - Korkeakoulujen arviointineuvoston julkaisut - Erillisselvitykset ja -tutkimukset
Muut toimijat	<ul style="list-style-type: none"> - Tutkimuslaitosten vaikuttavuuden arvioinnin hankejulkaisut (VTT:n JYVA- & VALO-hankkeet) - Tiedebarometri (Tieteentiedotus ry & Yhdyskuntatutkimus Oy) - Teknologiabarometri (TET & VTT)

6 EHDOTUS VAIKUTTAVUUSKEHIKOKSI

6.1 Vaikuttavuuskehikon toimintalogiikka

Apuvälineenä vaikutusten ja vaikutusindikaattoreiden jäsentämisessä ja operatiivisoinnissa on VINDI-hankkeessa käytetty käsitettä vaikuttavuuskehikko. Sillä on tarkoitettu yhtenäistä esitystapaa tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutusten kuvaamiseksi ja analysoimiseksi. Kehikon peruselementit ja näiden keskeinen sisältö on esitetty oheisessa kuvassa 2. Tavoitteena on ollut, että kehikko kattaa tieteen, teknologian ja innovaatioiden kehittämisen eri vaiheet panostuksista tulosten hyödyntämiseen ja niiden vaikutuksiin. Erityisenä ja samalla erityisen vaativana tavoitteena on ollut löytää keinoja, joiden avulla kyettäisiin jäljittämään vaikutusten realisoitumista kehikon eri osien välillä ja pidemmällä aikavälillä.

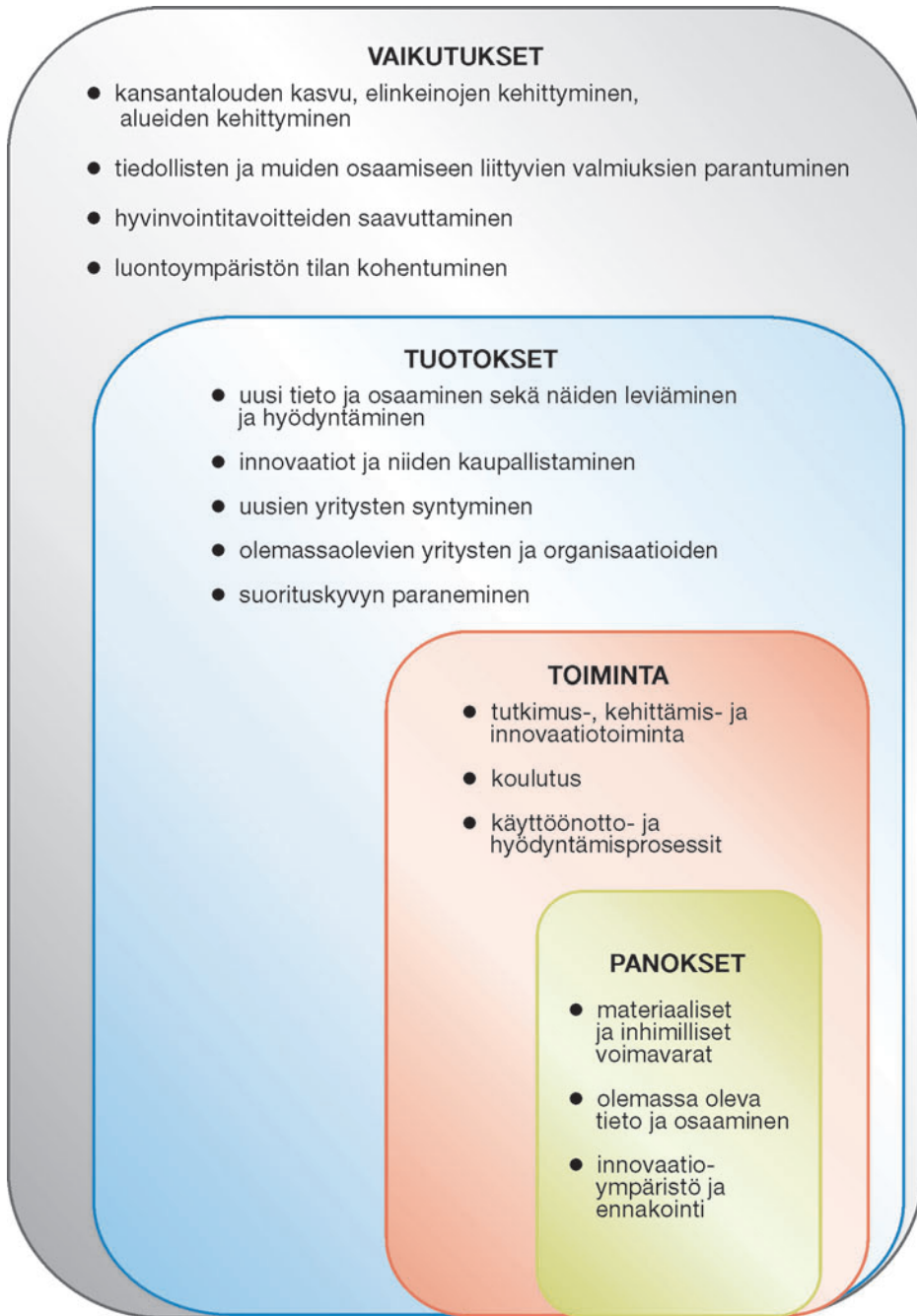
Vaikuttavuuskehikon perusrakenne on suunnilleen sama kuin perinteisessä panos-toiminta-tuotos-mallissa. Merkittävänä erona on kuitenkin se, että ajatuksellisesti vaikuttavuuskehikossa edetään päinvastaisessa järjestyksessä kuin perinteisessä mallissa. Sen sijaan, että lähdetäisiin liikkeelle yksittäisistä panostuksista ja analysoitaisiin niiden tuloksia ja vaikutuksia yhteiskuntaan ja talouteen, vaikuttavuuskehikossa lähdetään etsimään vastauksia kysymykseen, millaisia vaikutuksia tieteeltä, teknologialta ja innovaatiotoiminnalta odotetaan ja on odotettavissa. Luvun 5 kotimaisessa katsauksessa yksittäisten panostusten, toimenpiteiden ja toimijoiden vaikutuksen arviointi on ollut suomalaisen vaikuttavuustutkimuksen peruslähtökohtia. Siihen nähden ehdotettu tapa

lähteä liikkeelle tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan kokonaisvaikutuksista on erisuuntainen.

Tältä pohjalta vaikuttavuuskehikon perusajatuksena on se, että tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutusten tarkastelun ja arvioinnin tulee ensisijaisesti kohdistua yhteiskunnan keskeisille osa-alueille, ja niiden tulee tukea tärkeiden yhteiskuntapolitiittisten tavoitteiden toteutumisen seuranta. Tästä seuraa, että vaikuttavuuskehikon keskeistä antia eivät ole yksittäiset indikaattorit ja niiden välittämä kuva tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan saavutuksista ja vaikutuksista. Keskeistä pikemminkin on se kokonaiskuva, joka on indikaattoreiden avulla muodostettavissa.

Tämä ”käänteinen” tarkastelu ei aina välttämättä johda olennaisesti parempaan tulokseen kuin perinteinen tapa. Käytännössä indikaattoreiden etsiminen ja muodostaminen on iteratiivinen prosessi, jossa liikutaan molempiin suuntiin, vaikutuksista panoksiin ja päinvastoin panoksista vaikutuksiin. Indikaattoreiden tarkastelun aloittaminen tavoiteltavista vaikutuksista on kuitenkin hyvin hyödyllinen indikaattoreiden yhteiskunnallisen relevanssin varmistamiseksi. Käänteinen näkökulma on tärkeä myös siinä mielessä, että se auttaa siirtämään yleistä ajattelutapaa panoksista ja toiminnasta tuloksiin ja vaikutuksiin.

Hyvin tärkeä puoli vaikuttavuuskehikon logiikassa on se, että vaikutuksista lähtevä lähestymistapa tarjoaa mahdollisuuden tarkastella tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia normatiivisesti ja osana tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan strategista kehittä-



Kuva 2. Vaikuttavuuskehikon toimintalogiikka.

mistä. Tässä mielessä vaikuttavuusindikaattorit ovat kytkettävissä osaksi tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan kokonaisarviointia ja -kehittämistä.

VINDI-projektissa vaikutuksia on pääasiassa tarkasteltu kansallisesta näkö-

kulmasta. Tämä on kuitenkin ollut enemmänkin pragmaattinen valinta kuin kannanotto siihen, että indikaattorityössä pitäisi myös jatkossa pitäytyä tällä analyysitasolla. Kansalliselta tasolta on myöhemmin mahdollista ja syytäkin

siirtyä mesotasolle (esimerkiksi aluetaso) ja aina mikrotasolle asti. Tärkeää on myös se, että vastaavatyypisten kansallisten indikaattorihankkeiden (koulutus, yliopistot, sektoritutkimus, tietoyhteiskunta jne.) välillä saadaan toimiva työnjako ja kiinteä yhteistyö.

On syytä korostaa, että raportissa esitettävä vaikuttavuuskehikko indikaattoreineen on nähtävänä yhtenä ensimmäisistä askeleista Suomessa tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita syntetisovassa indikaattorityössä. Hyvän, informatiivisen ja luotettavan indikaattorijärjestelmän luominen on vaativa tehtävä. Tätä osoittaa hyvin se, että myös useimmat niistä kansainvälisistä indikaattorijulkaisuista, joita pidetään alansa edelläkävijöinä, ovat vielä monilta osin puutteellisia. Perusongelmana kaikissa indikaattorijulkaisuissa on se, että vaikutusten sijasta ne painottuvat voimakkaasti panosten kuvaamiseen ja vertailuun, kuten luvun 4 kansainvälisestä katsauksesta käy ilmi. Tässä mielessä indikaattoreiden kehittäminen on jatkuvaluonteinen ja pitkäjänteisyyttä edellyttävä prosessi.

6.2 Vaikuttavuuskehikon peruselementit

6.2.1 Vaikuttavuusalueet

Niistä yhteiskunnan keskeisistä osa-alueista, joiden suhteen tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan vaikutuksia on tarkasteltu, on käytetty nimitystä vaikuttavuusalue. Kunkin vaikuttavuusalueen sisällä indikaattoreina tarkastellaan panoksia, tuotoksia, toimintoja ja prosesseja sekä taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia koskevia tietoja. Vaikutuksia koskevat tiedot voivat olla välittömiä tai välillisiä, mutta keskeisenä vaatimuksena on se, että ne selkeästi indikoivat panostuksista ja toiminnasta saatuja hyötyjä tai muita positiivisia etuja yksilöille, yhteisöille ja suomalaiselle yhteiskunnalle

kokonaisuudessaan. Tässä mielessä taloudellis-yhteiskunnalliset vaikutukset edustavat usein pitkänkin tiedon luomis-, kehittämis- ja hyödyntämisprosessin viimeisintä vaihetta.

Potentiaalisia vaikuttavuusalueita on runsaasti, ja demokraattisessa yhteiskunnassa yksittäisiä vaikuttavuusalueita voidaan painottaa ja jäsentää monin eri tavoin. Vaikuttavuusalueisiin liittyvien valintojen tulisikin selkeästi heijastaa yleistä yhteiskunnallista arvopohjaa sekä yleisesti hyväksytyjä yhteiskuntapolitiittisia tavoitteita. Yhteiselle arvopohjalle on ominaista vakiintuneisuus ja jopa pysyvyys. Indikaattorityössä pitäisi kuitenkin kyetä paitsi reagoimaan muutoksiin ja haasteisiin myös ennakoimaan niitä riittävästi etukäteen.

Kun kysymys on spesifisti tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan indikaattoreista, vaikuttavuusalueita tulee painottaa ja jäsentää näiden toimintojen erityispiirteiden, -tavoitteiden ja -tarpeiden pohjalta. Näille tarkasteluille luonnollisen pohjan tarjoavat valtion tiede- ja teknologianeuvoston kannanotot, kansallinen innovaatiostrategia sekä Suomen Akatemian ja Tekesin strategiset linjaukset ja kannanotot. Tärkeää on myös se, että indikaattoreiden kehittämisessä ja tulkinnassa päästään suoraan vuoropuheluun tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita tekevien ja niistä kiinnostuneiden henkilöiden ja yhteisöjen kanssa.

Maassamme vallitsee laaja yksimieliisyys siitä, että menestyksemme on perustunut ja tulee yhä kasvavassa määrin perustumaan vahvaan osaamiseen ja sen tehokkaaseen hyödyntämiseen yhteiskuntaelämän eri osa-alueilla. Tästä seuraa, että osaaminen ja innovaatiot sekä näitä tukevat politiikkatoimenpiteet (tiede-, teknologia-, innovaatio- ja koulutuspolitiikka) ovat Suomessa kansallisen kehittämisen ydinasioita. Tulevaisuuden rakentamiseksi tarvitaan huipputason

perustutkimusta ja soveltavaa tutkimusta, tulosten käytäntöön soveltamista uusina innovaatioina ja yhtäaikaaisesti sekä riittävää laaja-alaisuutta että erikoistumista kansallisiin vahvuuksiin.

Vahva osaaminen ja omaperäiset innovaatiot eivät ole tavoitteita sinänsä. Ne ovat keskeisiä keinoja kansalaisten hyvinvoinnin lisäämisessä. Tärkeä osa-alue, joka kietoutuu niin osaamiseen ja innovaatioihin kuin myös kansalaisten hyvinvointiin, on ympäristön tila. Hyvä, kestävä luonnonympäristö kuuluu hyvinvoinnin perusedellytyksiin, ja ympäristön tilan kohentaminen puolestaan edellyttää tutkimusta, kehittämistä ja innovaatioita. Tulevaisuuden hyvinvointiyhteiskunnan rakentamisessa on samanaikaisesti otettava huomioon kaikki nyky-yhteiskunnan tarvitsemat pääoman muodot: tuotannollinen pääoma, inhimillinen pääoma, sosiaalinen pääoma ja luontopääoma.

Tältä pohjalta VINDI-projektissa on päätetty lähteä liikkeelle seuraavista neljästä vaikuttavuusalueesta:

- *Talous ja uudistuminen:* Tämä vaikuttavuusalue kohdistuu ennen muuta tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan taloudellisiin vaikutuksiin, kuten talouden kasvuun, tuottavuuteen, kansainväliseen kilpailukykyyn, tuotantorakenteen uudistumiseen, kulutukseen ja ostovoimaan sekä työllisyyteen. Vaikuttavuusalueen peruskysymys on se, mitä Suomessa tehdyt panostukset tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin ovat tuottaneet, ja miten saavutukset ovat vastanneet asetettuja tavoitteita ja panostuksiin kohdistuneita odotuksia.
- *Oppiminen ja osaaminen:* Toisin kuin muissa vaikuttavuusalueissa, tämän alueen keskeisen sisällön muodostavat tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan voimavarat ja muut vastaavat tekijät, jotka luovat perusedellytykset

muiden vaikutusten toteutumiseksi. Tähän kuuluvia asioita, joita joskus kutsutaan myös tutkimus- ja kehittämistoiminnan välittömiksi vaikutuksiksi, ovat tiedon määrän lisääntyminen, osaava työvoima, menetelmäosaaminen, asiantuntijaverkostot, teknologinen ongelmanratkaisukyky jne. Avainkysymyksiä vaikutusten kannalta on se, miten koulutus- ja tutkimusjärjestelmä on onnistunut hoitamaan perustehtävänsä ja luomaan suomalaisen yhteiskunnan kasvun ja kehityksen edellyttämän osaamis pohjan.

- *Suomalaisten hyvinvointi:* Hyvinvoinnin käsite koostuu monista hyvin erilaisista tekijöistä ja muuttuu kaiken aikaa ajan kuluessa. Objektiiiviksi hyvinvoinnin osatekijöiksi luetaan yleensä terveys, elinolot ja toimeentulo. Subjektiiivisen hyvinvoinnin osatekijöiksi puolestaan luetaan sosiaaliset suhteet, itsensä toteuttaminen ja onnellisuus. Näiden tarkastelu osana tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita on yksi indikaattorityön suurimmista haasteista. Peruskysymys tällä vaikuttavuusalueella on pelkistetysti sanottuna se, miten suomalainen tiede, teknologia ja innovaatiotoiminta on edistänyt suomalaisten hyvinvointia.
- *Ympäristö:* Keskeiset nykyisistä ympäristön tilaan liittyvistä ongelmista ovat peräisin yhteiskunnan toiminoista, jotka ovat olennaisesti muuttaneet luonnonsysteemien toiminnan reunaehdoja. Toisaalta yleisesti ajatellaan, että ympäristöä koskeva tieto sekä teknologiset ja muut ympäristöinnovaatiot ovat keskeisiä keinoja ongelmien ratkaisemisessa. Ympäristöongelmien ratkaisun katsotaan myös tarjoavan hyviä uusia mahdollisuuksia innovatiiviselle liiketoiminnalle. Se, miten tämäntyyppiset odotukset ovat alkaneet toteutua, on tämän vaikuttavuusalueen avainkysymyksiä.

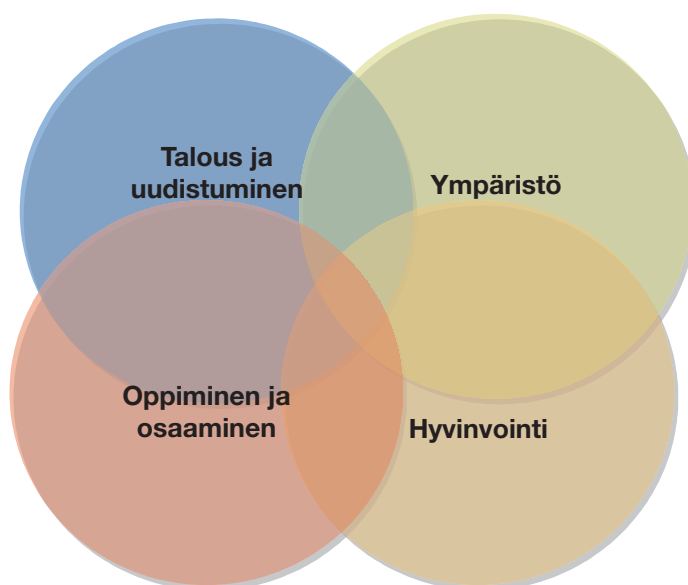
Edellä mainitut vaikuttavuusalueet ovat monilta osin päällekkäisiä, ja niiden välillä on monenlaisia keskinäisiä vuorovaikutus- ja riippuvuussuhteita. Tieteen edistäminen on myös Suomessa teknologioiden ja teknologisten innovaatioiden kehittämisen välttämätön ehto, ja nykyaikaista tiedettä puolestaan on mahdoton ajatella ilman nykyaikaista teknologiaa. Vastaavasti voidaan todeta, että hyvinvointivaltion ylläpito ja kehittäminen ovat kasvavassa määrin riippuvaisia tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan avulla luotavasta taloudellisesta kehityksestä ja menestymisestä. Toisaalta hyvinvoivat ja osaavat kansalaiset ovat luovuuden ja innovatiivisuuden perusedellytyksiä. Lisäksi, kuten edellä todettiin, ympäristöongelmien ratkaisemissa tarvitaan ennen muuta tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita.

Vaikuttavuuskehikon kannalta edellä mainittu tarkoittaa sitä, että vaikuttavuusalueiden rajapintoihin, alueiden toisiinsa kytkeytymiseen ja niiden välisiin vuorovaikutussuhteisiin joudutaan indi-

kaattorityössä kiinnittämään erityistä huomiota. Tätä on havainnollistettu kuvassa 3. Erityisen tärkeää on löytää keinoja ja menetelmiä, jotka mahdollistavat tietojen saannin pidemmistä ja epäsuoria vaikutuksia sisältävistä vaikutusketjuista ja -kokonaisuuksista. Indikaattorityön nykyiselle kehitysvaiheelle on kansainvälisesti ominaista se, että tietojen vähyiden tai usein täydellisen puuttumisen takia ketjuja joudutaan katkomaan ja kokonaisuuksia purkamaan.

6.2.2 Tuotokset

Vaikutuksia edeltävää ja näitä edellyttävää vaihetta on indikaattorityössä tapana kutsua tuloksiksi tai laajemmin tuotoksiksi, kuten tässä raportissa. Tuotokset voivat olla abstrakteja, kuten tieto ja osaaminen, tai ne voivat esiintyä kodifoidussa tai jo materialisoidussa muodossa, kuten uudet teoriat ja menetelmät, julkaisut, viittaukset, huomionosoitukset, keksinnöt, patentit, innovaatiot, lisenssit, spin-off -yritykset, uudet organisaatiomuodot ja toimintatavat, yhteis-



Kuva 3. Vaikuttavuuskehikon vaikuttavuusalueet.

työverkostot, tutkijoiden ja muiden asiantuntijoiden liikkuvuus. Vaikutusten toteutumisen kannalta tärkeä tuotoksiin liittyvä piirre on se, että vaikutusten aikaansaaminen vaatii yleensä aina useita erityyppisiä tuotoksia joko rinnakkain tai eri tavoin peräkkäin. Keksintöä esimerkiksi voi edeltää tieto, teoria tai menetelmä, ja sitä seuraavat patentointi, innovointi ja varsinainen tuotteen kaupallistaminen erilaisine jatkotoimenpiteineen. Nämä ovat yleensä hyvin moniaineksisia ja -vaiheisia prosesseja ja voivat kestää pitkiäkin aikoja.

6.2.3 Toiminnot ja prosessit

Tuotokset eivät tietenkään realisoidu itsestään, vaan ne ovat tulosta yksilöiden, ryhmien sekä instituutioiden ja organisaatioiden järjestäytyneestä ja järjestäytymättömästä toiminnasta. Tässä tuotokset sekä toiminnot ja prosessit ovat voimakkaasti integroituneet yhteen. Yksi tärkeimmistä tieteen, teknologian ja innovaatioiden leviämistä ja hyödyntämistä luonnehtivista yhteisistä piirteistä on nykyisen tutkimustiedon valossa se, että vaikutukset toteutuvat monenlaisten instituutioiden ja mekanismien välityksellä. Vaikutukset leviävät ennen kaikkea sosiaalisissa verkostoissa ja yhteistoiminnassa. Myös tutkijoiden liikkuminen, toiminta konsultaatio- ja neuvontatyössä sekä julkaisutoiminta eri muodoissaan edistävät vaikutusten leviämistä.

6.2.4 Panokset

Toiminnan aikaansaaminen edellyttää puolestaan panoksia. Tyypillisiä indikaattorityössä esiintyviä panoksia ovat tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnan määrärahat, koulutettu työvoima sekä tilat, laitteet ja muu infrastruktuuri. Panoksina voidaan tarkastella myös tiedettä, teknologiaa ja innovaatiotoimintaa sekä yrittäjyyttä koskevaa yleistä asenneilmapiiriä sekä näille toi-

minnoille ja toimijoille tarkoitettuja materiaalisia ja immateriaalisia kannustimia. Periaatteessa myös regulaatio tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan kehittämistä ja käyttöönottoa koskevien normien, standardien ja muiden viranomaispäätösten muodossa voidaan ymmärtää panoksina.

Kuten aikaisemmin on todettu, merkittävä osa useimpien indikaattorijulkaisujen tiedoista on panostietoja. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että näitä tietoja on enemmän ja helpommin saatavilla kuin muita tietoja ja tietojenkeruumenetelmät ovat vakiintuneita. Myös jäljempänä esittävien indikaattoreiden joukossa on runsaasti panostietoja. Nämä on täydellisyyden vuoksi syytä ottaa mukaan, mutta erityisen tärkeässä asemassa VINDI-projektissa on ollut päästä panoksista tuotoksiin ja ennen kaikkea varsinaisiin vaikutuksiin. Tämän tulee olla kehittämisen selkeä painopiste myös jatkossa.

6.3 Indikaattorityön suurin haaste: osista kokonaisuuteen ja vaikutusprosesseihin

Indikaattorityön ehdottomasti suurin haaste on löytää keinoja kuvata ja analysoida, ei ainoastaan osia, vaan kokonaisia vaikutusketjuja panoksineen, toimintoinneen, tuotoksineen ja vaikutuksineen. Tästä tavoitteesta ollaan kuitenkin vielä niin kansallisesti kuin myös kansainvälisesti hyvin kaukana. Lähimmäksi tavoitetta päästään ekonometrisissä vaikutus-tutkimuksissa ja tapaustutkimuksissa, mutta näihinkin liittyvät omat ongelmansa ja rajoituksensa. Ekonometristen tutkimusten tulokset jäävät yleensä hyvin yleiselle ja samalla tulkinnanvaraiselle tasolle (esim. IPTS 2008) eivätkä ne myöskään tarjoa tietoa siitä, millaisin toiminnoin ja tuotoksin vaikutukset on aikaansaatava. Parhaiten ekonometriset

menetelmät soveltuvat yritysten tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotutkien vaikutusten arviointiin, eli vain hyvin pieneen osaan tieteen, teknologian ja innovaatioiden muodostamasta kokonaisuudesta.

Yksittäisiä yrityksiä, tutkimus- ja teknologiaohjelmia sekä tutkimusorganisaatioita koskevien tapaustutkimusten etuna on se, että niiden avulla on mahdollista saada monipuolisempi ja syvällisempi kuva vaikutuksista ja niiden toteutumista selittävästä tekijöistä. Tämän lähestymistavan ongelmana on kuitenkin se, että yksittäisten hankkeiden tai organisaatioiden tuloksia vaikutuksista ei voida yleistää koskemaan muita aloja tai organisaatioita, vaikka ne lisäisivätkin yleistä ymmärrystä esimerkiksi menestymistä ja epäonnistumista selittävästä tekijöistä. Lisäksi tapaustutkimusten ongelmana on se, että jos ne tehdään kunnolla, niiden tekeminen vaatii huomattavasti aikaa, rahaa ja osaamista.

Näiden molempien lähestymistapojen yhteisenä ongelmana – yhteneväisen ja jatkuvuuteen pyrkivän indikaattorijul-

kaisun kannalta – on se, että niin ekonomiset kuin tapaustutkimuksetkin jäävät yleensä yksittäistarkasteluiksi. Toki on mahdollista, että ne organisoidaan pysyvämmäksi osaksi indikaattorijulkaisun tekemistä. Varsinaisten indikaattoreiden osalta tilanne tulee kuitenkin pääosin olemaan se, että tiedot ja käsitykset panosten ja tuotosten, tuotosten ja toimintojen, tuotosten, toimintojen ja vaikutusten jne. välisistä suhteista jäävät epämääräisiksi. Tämä ei kuitenkaan millään tavalla vähennä indikaattorityön tärkeyttä ja tarpeellisuutta. Rajoitukset on tunnistettava, ja odotukset on syytä asettaa realistisesti, kuten on tehty Yhdysvalloissa, missä indikaattorityön tavoite on määritelty seuraavasti (National Science Board 2008): ”Indikaattorit ovat kvantitatiivisia esityksiä, joiden avulla voidaan järkeenkäyvästi tarjota kokoavaa tietoa tieteen ja teknologian laajuudesta, laadusta ja elinvoimaisuudesta.” Lisäksi jatkuvan, määrätietoisen kehittämistyön avulla on mahdollista päästä aina parempiin ja parempiin tuloksiin.

7 INDIKAATTORIT VAIKUTTAVUUS- ALUEITTAIN

Seuraaviin taulukoihin 6–9 on koottu projektin ehdotus tieteen, teknologian ja innovaatio toiminnan indikaattoreiksi vaikuttavuusalueittain (talous ja uudistuminen, oppiminen ja osaaminen, suomalaisten hyvinvointi, ympäristö). Vaikuttavuusalueet ja niihin liittyvät indikaattorit on vielä syytä nähdä alustavaksi indikaattoreita koskeväksi kehikseksi ja sen operationalisoinniksi. Esiitettyihin indikaattoreihin liittyy täydentämis- ja täsmentämistarpeita. Näihin joudutaan jatkotyössä vielä etsimään tukevia ja täydentäviä ratkaisuja.

Talous ja uudistuminen. Tämän vaikuttavuusalueen perusaineistoja ovat Tilastokeskuksen tuottamat teollisuus-, tuonti- ja vienti- sekä innovaatiotilastot, joita kootaan säännöllisesti ja samoin sisällöin Suomen lisäksi myös useissa muissa maissa. Nämä pääasiassa panoksia ja toimintaa kuvaavat tiedot tarjoavat hyvät asetelmat pitkiäkin aikasarjoja koskeville kansainvälisille vertailuille. Yrittäjyys eri muodoissaan edustaa tämän vaikuttavuusalueen keskeisiä tuotosindikaattoreita. Tämä osio edellyttää aineistonkeruuta useista eri lähteistä. Näiden aineistojen laatu ei myöskään ole samalla tasolla kuin edellä mainituissa perustilastoissa. Tässä osiossa on tarkoitus hyödyntää myös maiden kansainvälistä kilpailukykyä mittaavia selvityksiä, joita on saatavilla useampia. Tähän kokonaisuuteen kuuluvat myös indikaattorit, joilla mitataan tieto- tai osaamisyhteiskunnan kehittymistä sekä työllisyyttä ja alueellista kehitystä.

Näitä kuvauksia ja analyysija on syytä täydentää erillistutkimuksin ja

-selvityksin. Näitä ovat muun muassa julkisten tutkimus- ja kehittämis- ja innovaatioalan vaikutuksia mittaavat tutkimukset, tarkemmat analyysit uusien yritysten elinkaarista ja erityisesti kasvuyrityksiin liittyvistä kysymyksistä. Kansallisessa innovaatiostrategiassa (TEM 2008) todetaan, että innovaatiopolitiikkamme onnistumista mittaavat Suomeen tulevien investointien, osaajien ja yritysten määrät. Näistä on saatavilla jonkin verran valmiita tietoja, mutta aiheen tärkeyden takia nämä kysymykset vaativat myös syventäviä erillistutkimuksia. Vastaavanlainen tärkeä osa-alue on palvelusektori kokonaisuudessaan ja erityisesti palveluinnovaatiot. Viimeksi mainittuihin ei päästä kunnolla pureutumaan ilman erillisselvityksiä.

Tämän vaikuttavuusalueen indikaattoreilla on vahvat kytkennät tieteseen, teknologiaan ja innovaatioihin. Nämä muodostavat perustan tuotannollisen toiminnan uudistumiselle, kannattavuudelle ja tuottavuudelle sekä näiden kautta tuotantorakenteen jatkuvalla uudistumiselle. Joukossa on myös indikaattoreita, jotka tarjoavat tietoa innovaatio toiminnan panoksista sekä itse innovaatio toiminnasta ja sen tuotoksista. Myös ne indikaattorit, joilla mitataan maiden kansainvälistä kilpailukykyä, sisältävät tietoa ja tieteestä, teknologiasta ja innovaatioista. Useimmat indikaattorit välittävät tietoa myös talouteen ja uudistumiseen liittyvistä kehittämistarpeista, joista monet on suoraan muunnettavissa tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita koskeviksi kehittämistarpeiksi. Näistä hyvä esimerkki on yrittäjyyttä koskevat indikaattorit.

Taulukko 6. Talous ja uudistuminen.

Vaikuttavuustavoitteet			
<ul style="list-style-type: none"> – elinkeinoelämän kannattavuuden sekä kilpailu- ja uudistumiskyvyn parantaminen, jalostusarvon kasvattaminen sekä viennin lisääminen (suomalaisten yritysten asema globaalissa taloudessa) – yksityisen ja julkisen sektorin tuottavuuden parantaminen – uuden yritystoiminnan ja erityisesti kasvuyritysten synnyttäminen – kestävä kehitys tukevien innovaatioiden aikaansaaminen – innovaatiotoiminnan laajentaminen kysyntä- ja asiakaslähtöiseen suuntaan – sellaisten innovatiivisten ympäristöjen, jotka ovat houkuttelevia myös ulkomaisten investointien, osaajien ja yritysten kannalta, luominen, ylläpitäminen ja kehittäminen 			
Määrälliset indikaattorit			
<i>Teollinen toiminta</i>		<i>Patentit</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – tuotantorakenne – vienti ja tuonti – korkea teknologia <ul style="list-style-type: none"> • vienti • tuonti • teknologiatase – tuottavuus – palvelut <ul style="list-style-type: none"> • palvelusektori kokonaisuudessaan • tietointensiiviset palvelut • julkiset palvelut 		<ul style="list-style-type: none"> <i>Yrittäjyys</i> – rahoitus alkaville yrityksille – yritysenkelit – yrittäjyysaktiivisuus – uudet yritykset – yliopistojen ja tutkimuslaitosten spin-offit – hautomoyritykset – kasvuyritykset – corporate venturing 	
<i>Investoinnit ulkomaille ja Suomeen</i>		<i>Tietotekniikan käyttö</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – Suomeen tulevat investoinnit, osaajat ja yritykset – Suomesta tehdyt investoinnit ulkomaille <ul style="list-style-type: none"> • kokonaisinvestoinnit • tutkimus- ja kehittämisinvestoinnit • yritysten ja osaajien siirtyminen ulkomaille 		<ul style="list-style-type: none"> – internetin käyttöaste – matkapuhelinpenetraatio – yritysten www-sivut – lähi- ja kaukopuhelujen kustannukset – laajakaistayhteydet – palvelujen saatavuus verkossa – sähköinen kaupankäynti 	
<i>Innovaatiotoiminta</i>		<i>Kansainvälinen kilpailukyky</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – innovaatiotoiminnan laajuus – tietolähteet ja yhteistyö – innovaatiotoiminnan vaikutukset – innovaatiotoiminnan esteet – tekijänoikeuksien suojaus – yritysten muu uudistuminen 		<i>Työllisyys</i>	
		<i>Alueellinen kehitys</i>	
		<ul style="list-style-type: none"> – tuotanto – työllisyys – tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta 	
Tietolähteet			
– Etna	– Hautomot	– PTT	– WEF
– EU	– IMD	– TEM	– Yliopistot ja tutkimuslaitokset
– Eurostat (CIS)	– OECD	– Tieke	– Yritykset
– GEM	– PRH	– TK	

Oppiminen ja osaaminen. Tämän vaikuttavuusalueen keskeisiä panosindikaattoreita ovat Tilastokeskuksen tuottamat tutkimus- ja kehittämispanoksia koskevat tiedot. Nämä tiedoitan ovat yhdessä innovaatiotoimintaa sekä julkaisuja ja

viittauksia koskevien tuotoksia indikoivien tietojen kanssa keskeisessä asemassa useimmissa ulkomaisissa ja kansainvälisten organisaatioiden indikaattorijulkaisuissa. Tärkeiksi osa-alueiksi on nostettu myös verkostoitumista sekä tutkijoiden

Taulukko 7. Oppiminen ja osaaminen.

Vaikuttavuustavoitteet	
<ul style="list-style-type: none"> - korkeatasoisen ja riittävän laaja-alaisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan takaaminen - huippuosaamisen synnyttäminen ja tehokas hyödyntäminen kansallisesti strategisilla tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan aloilla - kansallisen ja kansainvälisen verkostoitumisen voimistaminen ja syventäminen sekä osaajien liikkuvuuden lisääminen - uuden tiedon ja osaamisen hyödyntämisen tehostaminen laaja-alaisesti - hyvä kyky vastata kiristyvään globaaliin kilpailuun osaamisen tarjonnasta ja osaamisesta 	
Määrälliset indikaattorit	
<p><i>T&k-menot</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - bruttokustannukset - % BKT:stä - sektoreittain - valtion tutkimusmenot organisaation ja tavoitteiden mukaan - ulkomaisten yritysten t&k Suomessa - suomalaisten yritysten t&k ulkomailla - 100 t&k-menoiltaan suurinta suomalaista yritystä <p><i>Tuotokset</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - julkaisut - viittaukset - huomionosoitukset - tutkinnot 	<p><i>Verkostoituminen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kotimaiset verkostot - kansainväliset verkostot - yhteistyö julkaisuissa ja patenteissa - suomalaiset EU:n tutkimusohjelmissa <p><i>Liikkuvuus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - suomalaiset tutkijat ulkomailla - ulkomaiset tutkijat Suomessa - tutkijavaihto yritysten ja yliopistojen välillä <p><i>Yliopistot ja valtion tutkimuslaitokset</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - menot ja rahoitus - julkaisut - viittaukset - patentit
Tietolähteet	
<ul style="list-style-type: none"> - Etna - IPTS - OECD - OPM 	<ul style="list-style-type: none"> - SA - Tekes - TK - Tutkimuslaitokset

liikkuvuutta koskevat tiedot. Näiden toimintaa kuvaavien tietojen saatavuus ei ole vielä samaa luokkaa kuin edellä mainittujen vakiintuneiden perustilastojen kohdalla. Indikaattorijulkaisuun tulisi myös sisällyttää tietoja eri yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten panoksista, toiminnasta ja tuotoksista.

Myös tällä vaikuttavuusalueella on tarvetta erillistutkimuksiin ja -selvityksiin. Taulukossa mainituista aihepiireistä tällaisia tarvitaan ennen kaikkea verkostoitumista ja tutkijoiden liikkuvuutta koskevissa kysymyksissä. Tällä osa-alueella on periaatteessa runsaasti tarvetta myös lähes perustutkimusluonteisiin

analyysiin niistä tekijöistä ja mekanismeista, jotka vaikuttavat, ja joilla vaikutetaan tiedon ja osaamisen syntyyn sekä tutkimustiedon välittymiseen käyttäjille sekä hyödyntämiseen erilaisissa päätöksenteko- ja muissa käyttötilanteissa. Hyvin tärkeä koko julkisen sektorin uudistamiseen liittyvä kysymys on tutkimustiedon hyödyntämistavat ja -mekanismit poliittisessa ja muussa julkisessa päätöksenteossa. Näistä kysymyksistä, joita Suomessakin on alettu kuvata käsitteellä näyttöön perustuva johtaminen (evidence-based management), olisi hyvä saada lisää tietoa. Ilman erilliselvityksiä tämä ei ole mahdollista.

Samoin kuin edellinen vaikuttavuusalue myös tämä alue on tieteen, teknologian ja innovaatioiden ytimessä. Lisäksi näiden kahden vaikuttavuusalueen välillä on vahva keskinäinen kytkentä. Tutkimus- ja kehittämistoiminnalla, joka on sisällytetty tähän vaikuttavuusalueeseen, on päällekkäisyyksiä innovaatiotoiminnan kanssa, ja samanlaisia päällekkäisyyksiä on myös tuotoksissa kuten patenteissa. Lisäksi oppimisen ja osaamisen vaikuttavuusalue sisältää toimintaprosesseja, kuten verkostoituminen, joka on relevantti myös talouden ja uudistumisen kannalta. Näitä on syytä vielä pohtia jatkotyön yhteydessä, kun käytettävissä on tarkempia indikaattoritietoja.

Suomalaisten hyvinvointi. Tämän vaikuttavuusalueen keskeisiksi osa-alueiksi on valittu toimeentulo- ja elin-

olot, työelämä ja työmarkkinat, terveys sekä hyvinvoinnin muut osa-alueet. Monet ehdotetuista indikaattoreista edustavat vielä ylemmän tason indikaattoreita, joiden puitteissa tulee edelleen kehittää konkreettisia, kooltaan vaihtelevia kokonaisuuksia. Toisaalta on syytä välttää laajan ja moniaineksisen kokonaisuuden jakamista liian moniin pieniin osasiin.

Keskeisenä haasteena on painottua niihin indikaattoreihin, joilla on keskimääräistä vahvempi kytkentä koko indikaattori-hankkeen peruselementteihin eli tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin.

Tämän vaikuttavuusalueen hyvänä puolena moniaineksisuudesta huolimatta on se, että monilta taulukon osa-alueilta on valmiina olemassa varsin paljon tietoja. Suomessa perustietoja tuottaa Tilastokeskus ja tätä tiedon keruuta täy-

Taulukko 8. Suomalaisten hyvinvointi.

Vaikuttavuustavoitteet	
<ul style="list-style-type: none"> – laajasti ymmärretyn hyvinvoinnin ja sen osatekijöiden edistäminen – objektiivisen ja subjektiivisen hyvinvoinnin huomiointi – työllisyyden ja aktiivisen elämän edellytysten edistäminen – sosiaalisten ja terveysongelmien ehkäisy – mahdollisuuksien tasa-arvon edistäminen – hyvinvoinnin tasa-arvo 	
Määrälliset indikaattorit	
<i>Toimeentulo ja elinolot</i>	<i>Terveys</i>
<ul style="list-style-type: none"> – tulot ja tulonsiirrot – tulonjako – asuinolot – hyvinvointipalvelujen saatavuus – ajankäyttö (palkkatyö, palkaton työ, vapaa-aika) 	<ul style="list-style-type: none"> – väestön terveydentila ja elinikä – elintavat – terveydenhuoltojärjestelmä ja -palvelut – terveydenhuollon työvoima – uudet lääkkeet ja hoitotavat – terveydenhuollon tuottavuus
<i>Työelämä ja työmarkkinat</i>	<i>Hyvinvoinnin muut osa-alueet (pl. osaaminen ja ympäristö)</i>
<ul style="list-style-type: none"> – työvoiman koulutustaso ja osaaminen – tutkijoita % työvoimasta – tulot ja palkkataso – joustavuus – työvoiman liikkuvuus – työtyytyväisyys ja -hyvinvointi 	<ul style="list-style-type: none"> – sosiaaliset suhteet ja verkostot – oman elämän hallinta ja turvallisuus – osallistuminen ja vaikuttaminen kansalaisena – itsensä toteuttaminen, luovuus ja kulttuurinen aktiivisuus – tyytyväisyys elämään ja onnellisuus
Tietolähteet	
<ul style="list-style-type: none"> – Erillistutkimukset – EU 	<ul style="list-style-type: none"> – OECD – TK

dentää ennen kaikkea Stakes, joka myös hoitaa tietojen jatkojalostamista ja analysointia (Moisio et al. 2008). Kansainvälisistä organisaatioista OECD (2006) koostaa jatkuvaluonteisesti sosiaalisten indikaattoreiden avulla tietoja useiden maiden elinoloista. OECD:n julkaisu pyrkii täydentämään väestötilastoihin ja bruttokansantuotteeseen perustuvien indikaattorien antamaa kuvaa väestön hyvinvoinnin tilasta. Järjestö ryhmittelee sosiaaliset indikaattorit neljään alueeseen, jotka ovat itsenäinen toimeentulo, tasa-arvo, sosiaalinen koheesio ja terveys.

Tiede, teknologia ja innovaatiot ovat vahvasti vaikkakin epäsuorasti läsnä myös käytännöllisesti katsoen kaikissa hyvinvoinnin indikaattoreissa. Talous ja sen jatkuva uudistuminen osaamisen ja innovaatioiden avulla on elämisen tason

ja laadun perusedellytys. Selkein ja suorin yhteys hyvinvoinnin sekä tieteen, teknologian ja innovaatioiden välillä löytyy terveydestä. Korkeatasoinen lääketieteellinen perustutkimus on nykyisin useissa tapauksissa uusien lääkkeiden ja hoitotapojen välttämätön ehto. Nämä kehittämisprosessit ovat lisäksi pitkäaikaisia, monivaiheisia ja väistämättä myös kalliita. Tutkimuksella on hyvinvointisektorilla tärkeä rooli myös päätöksenteon osaamis pohjan vahvistajana ja muun muassa julkisten palvelujen tuottavuuden parantajana.

Ympäristö. Tieteellä, teknologialla ja innovaatioilla on merkittävä rooli useimpien ympäristöindikaattorien ilmaisemisiin suureisiin. Taloudellinen toiminta tieteen, teknologian ja innovaatioiden avustamana aiheuttaa haittoja

Taulukko 9. Ympäristö.

Vaikuttavuustavoitteet	
<ul style="list-style-type: none"> – ilmastonmuutoksen hillitseminen – uusiutuvien energialähteiden käytön osuuden lisääminen – Suomen luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttäminen – ympäristöhaittojen vähentäminen samalla kun Suomen talous kasvaa – uusiutumattomien luonnonvarojen mahdollisimman ekotehokas käyttö – materiaali-intensiivisestä kulutuksesta kohti palvelujen käyttöä – Itämeren tilan korjaantuminen – ympäristön tilan suotuisa kehitys kaikilla Suomen alueilla 	
Määrälliset indikaattorit	
<i>Suomen EPI- indeksi</i>	<i>Alueelliset ympäristöindikaattorit</i>
<i>Kestävän kehityksen avainindikaattorit</i>	<ul style="list-style-type: none"> – kuntien kestävän kehityksen ohjelmat – koulujen, päiväkotien ja oppilaitosten ympäristötietoisuus – yritysten ympäristövastuullisuus – päästöt ilmaan – tieliikenteen hiilidioksidipäästöt ja ajoneuvokilometrit – fosfori- ja typpikuormitus vesistöihin – metsäkanalintukantojen kehitys – soran ja kalliokiven otto – kaatopaikoille loppusijoitettu jäte – vedenkulutus – sähkönkulutus
<ul style="list-style-type: none"> – energian ja luonnonvarojen käytön irtikytkentä talouden kasvusta – energian kokonaiskulutus – ihmisen aiheuttama ravinnekuormitus Itämereen – kasvihuonekaasupäästöt – luonnonvarojen käyttö – palvelusuoritteiden osuus kotitalouksien kulutusmenoista – uhanalaisten lajien osuus elinympäristöittäin – uusiutuvien energianlähteiden käyttö – ympäristökuormituksen irtikytkentä talouden kasvusta 	
Tietolähteet	
<ul style="list-style-type: none"> – Erillistutkimukset – YM 	<ul style="list-style-type: none"> – Ympäristökeskukset

ympäristölle. Toisaalta tutkimus tuottaa tietoa ympäristön tilasta, ja innovaatiot parantavat ekotehokkuutta ja ympäristön tilaa sekä lisäävät ihmisten hyvinvointia. Innovaatioiden lisäksi tällä vaikutusalueella vaikuttavat myös regulatio, taloudelliset kannustimet ja kansalaisten ympäristötietoisuus. Nämäkin ovat riippuvaisia ympäristön tilaa ja vaikutusmekanismeja ja keinoja koskevasta tutkimustiedosta ja ovat siten sidoksissa tieteeseen ja osittain innovaatioihin.

Taulukossa mainitut ympäristöä koskevat indikaattorit perustuvat laajaan ja perusteelliseen työhön, jota Suomessa on kansainvälisten esimerkkien ja suositusten perusteella tehty eri hallinnonaloilla. Nykyinen Suomessa käytössä oleva indikaattorikokoelma perustuu alkukesästä 2006 julkistettuun kansalliseen kestäväen kehityksen strategiaan. Varsinainen 34 avainindikaattorin kokoelma julkaistiin strategian osana. Pohjana Suomessa tehdyssä indikaattorityössä on käytetty Yalen ja Columbian yliopiston Maailman talousfoorumille (World Economic Forum, WEF) laatimaa ympäristön kestävyden indeksiä ”Environmental Sustainability Index” (ESI).

Ympäristöalan indikaattoreihin pätee se, mitä on edellä todettu hyvinvointi-vaikuttavuusalueen kohdalla: on tarkemmin vielä selvitettävä niitä indikaattoreita, joilla on erityinen kytkentä tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin. Aivan erityisen tärkeä kysymys ja samalla erillisselvitysten aihe on se, miten suomalainen tiede, teknologia ja innovaatiot ovat onnistuneet löytämään ja kehittämään ratkaisuja kasvaviin ympäristöongelmiin. Saman asian toinen tärkeä puoli on se, miten tämän tiedon ja tiedon pohjalta syntyneiden innovaatioiden avulla on kyetty generoimaan uutta kansainvälisesti kilpailukykyistä liiketoimintaa.

Lähtökohtana kaikkien indikaattoreiden kohdalla on ollut se, että ne mahdollistavat sekä kansainväliset vertailut että kehityksen seurannan pidemmällä aikavälillä. Osa indikaattoreista täyttää nämä vaatimukset, mutta osan kohdalla tarvitaan vielä jatkokehittämistä. Tärkeää on se, että vähintään toinen näistä ehdoista täyttyy. Ilman kansainvälistä tai ajallista vertailumahdollisuutta indikaattorin käyttökelpoisuus jää vähäiseksi. Parhaita indikaattoreita ovat ne, jotka täyttävät molemmat ehdot.

Indikaattorit edellyttävät asioiden ja ilmiöiden kvantifiointia, ja myös siinä tapauksessa, että kvantifiointi saattaa liiaksi yksinkertaistaa ja jopa vääristää monimutkaista todellisuutta. Toisaalta kvantifiointivaatimuksesta yleensä käytännössä seuraa se, että käytetään niitä tilastotietoja, jotka ovat valmiina saatavilla, vaikka tietojen validiteetissa ja reliabiliteetissa olisikin paljon toivomisen varaa.

Kvantifiointimahdollisuuksien rajallisuus korostaa määrällisiä indikaattoreita täydentävien laadullisten analyysien tarpeellisuutta. On kokonaisia tieteenaloja, kuten humanistiset tieteet ja monet yhteiskuntatieteet, joiden tuotoksiin ja vaikutuksiin päästään kiinni vain laadullisilla analyyseilla, jos niilläkään. Sama koskee myös niitä tekijöitä, jotka ovat vaikuttamassa ihmisten terveyteen ja ympäristön tilaan. Näissä joudutaan menemään niin syvälle yksittäisiin ilmiöihin, että se on mahdollista vain syvällisissä ja perusteellisissa tapaustutkimuksissa.

Näiden ongelmien olemassaolo ei vähennä indikaattorityön arvoa. Tärkeintä olla tietoinen näistä ongelmista, ottaa rajoitukset huomioon tietoja kootaessa, analysoitaessa ja tulkittaessa sekä etsiä entistä parempia tietoja ja niiden esitystapoja.

8 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA SUOSITUKSIA

VINDI-projektin tehtävänä on ollut muodostaa vaikuttavuuskehikko tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan tarkastelua varten sekä määritellä vaikuttavuutta kuvaavia tärkeimpiä indikaattoreita ja niiden tietolähteitä. Toimeksiantajien Tekesin ja Suomen Akatemian tarkoituksena on ollut, että tämän työn pohjalta tullaan erikseen organisoitavassa hankkeessa laatimaan julkaisu, joka kuvaa tiedon ja osaamisen muutoksia sekä niiden vaikutuksia Suomessa indikaattoreiden avulla.

- VINDI-projektissa tehty työ on selvästi vahvistanut käsitystä siitä, että myös Suomessa tulee aktiivisesti kehittää indikaattoreita, jotka ilmaisevat relevantteja asioita tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan tilasta, toiminnasta, tuloksista ja vaikutuksista, ja joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä mainittujen toimintojen kehittämistarpeista ja -suunnista. Tilastollisen pohjan vahvuus sekä vahva kiinnostus ja hyvä osaaminen olemassa olevissa organisaatioissa tuottaa, käsitellä ja hyödyntää tutkimus-, selvitys- ja indikaattoritietoja tarjoavat tähän erittäin hyvät edellytykset. Kansallinen innovaatiostrategia ja vastaava kehittämistyö tieteessä sekä korkeammassa koulutuksessa edellyttää entistä luotettavampia ja informatiivisempia seurantatietoja. On hyvät syyt edetä ripeästi kokonaisuuden seuraavaan osaan eli indikaattorijulkaisun tekemiseen.
- Huolimatta siitä, että indikaattoreita on kansainvälisesti kehitetty ja kehit-

tään aktiivisesti, täysin uusia indikaattoreita ja lähestymistapoja ei ole löydetty. Hyvin monet tiede-, teknologia- ja innovaatioindikaattorijulkaisut operoivat edelleen perinteisillä panos- ja tuotostiedoilla. Tämä korostaa kansallisen kehittämistyön tärkeyttä ja tarjoaa toisaalta mahdollisuuden siihen, että hyvällä kansallisella kehittämistyöllä on mahdollista saada positiivista kansainvälistä näkyvyyttä.

- Erilaisia lähestymistapoja kokeiltuaan VINDI-projektissa on päädytty ehdottamaan, että indikaattorityö kohdistetaan alkuvaiheessa seuraaville neljälle vaikuttavuusalueelle: talous ja uudistuminen, oppiminen ja osaaminen, suomalaisten hyvinvointi ja ympäristö. Kultakin vaikuttavuusalueelta projekti on ehdottanut joukon panos-, toiminta-, tuotos- ja vaikutusindikaattoreita tiedonlähteineen. Näitä ehdotetaan jatkotyön pohjaksi.
- Vaikka vaikuttavuusalueiden määrä on vähäinen, yksittäisiä indikaattoreita syntyy helposti varsin suuri määrä. Indikaattorit ovat myös hyvin erilaisia sisällöltään, painoarvoltaan, relevanssiltaan ja luotettavuudeltaan. Tämän takia on jatkotyössä syytä vielä harkita indikaattoreiden jakamista ydinindikaattoreihin ja seurantaindikaattoreihin. Ydinindikaattoreiksi valittaisiin aluksi pienehkö joukko tärkeimmiksi ja kiireellisimmiksi koettuja indikaattoreita. Pääosa ydinindikaattoreista löytyy vaikuttavuusalueilta ”Talous ja uudistuminen” ja ”Oppiminen ja osaaminen”.

- Tehty työ on osoittanut, että erilaisia panoksia, toimintaa ja tuotoksia kuvaavia indikaattoreita on melko runsaasti saatavilla. Suurin puute on hyvistä tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan taloudellis-yhteiskunnallisia vaikutuksia indikoivista tiedoista, puhumattakaan indikaattoreista, jotka tarjoaisivat kunnan tietoja pidempien vaikutusketjujen etenemisestä. Tämä on ja tulee pysymään kaiken indikaattorityön perustavaa laatua olevana haasteena.
- Tehdyn työn perusteella on tehtävissä myös se johtopäätös, että indikaattoritietojen piirissä tulee olla myös sellaisia tietoja, jotka ilmaisevat tieteeseen, ja teknologiaan ja innovaatioihin sekä näiden kehittämiseen olennaisesti vaikuttavien olosuhteiden tilaa ja niissä tapahtuvia muutoksia. Tämä antaa erityisiä perusteluja sille, että sellaiset aihepiirit kuin suomalaisten hyvinvointi ja ympäristö ovat olleet tarkasteluissa vahvasti mukana.
- Tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin spesifisti kohdistuvan indikaattorityön kannalta on suureksi eduksi se, että Suomessa on indikaattorityötä tehty ja tehdään monilla muilla sektoreilla, kuten koulutuksessa sekä hyvinvointi- ja ympäristösektoreilla. Näillä aloilla kokemustausta on jopa vahvempi kuin tieteesessä, teknologiassa ja innovaatioissa. On tärkeää, että näiden eri hankkeiden ja niiden taustalla olevien toimijoiden välillä päästään hedelmälliseen yhteistyöhön sekä tietojen ja kokemusten vaihtoon.
- Perustietojen tuottajana Tilastokeskuksen asema on keskeinen. Onkin tärkeää, että indikaattoreita koskevassa jatkotyössä Tilastokeskus on kiinteästi mukana joko perinteiseen tapaan perustietojen tuottajana tai jopa tätä suuremmassa roolissa. Jos indikaattorityössä edetään tässä raportissa esitettyllä tavalla varsin laaja-alaisesti, tarve eri alojen tietojen yhdistämiselle tulee lisääntymään. Käytännössä Tilastokeskuksella on parhaat mahdollisuudet ja paras kokemus yhdistellä tietoja eri tietokannoista.
- Indikaattoreiden rakentaminen on monelta osin pragmaattista olemassa olevan tiedon kokoamista, jatkojalostamista ja käyttäjäystävälliseen esitysmuotoon saattamista. Selväksi on kuitenkin käynyt myös se, että indikaattorityössä tarvitaan hyvää ymmärrystä tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin liittyvistä perusprosesseista, kuten esimerkiksi siitä, miten innovaatiot syntyvät ja synnyttävät muutoksia teknologioissa, taloudessa ja yhteiskunnassa laajemmin. Tällaisen tiedon ja ymmärryksen syntyminen edellyttää korkeatasoista tieteen, teknologian ja innovaatioiden tutkimusta.
- Se kokonaisuus, josta tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan indikaattoreita lähdetään rakentamaan, on hyvin moniaineksinen ja täynnä erilaisia mahdollisuuksia. Vaikka jatkotyössä saattaakin olla tarvetta tarkentaa fokusta siitä, mitä se on VINDI-projektissa ollut, olisi silti tärkeää pitää näkökulmaa riittävän laaja-alaisena ja etsiä aktiivisesti ja avoimesti myös laadullisia tapoja kuvata ja analysoida niitä asioita, joita indikaattoreilta odotetaan. Tämä tarkoittaisi käytännössä sitä, että tulevassa indikaattorijulkaisussa olisi varsinaisten indikaattoreiden lisäksi myös esimerkiksi laadullisia analyyseja, tapaustutkimuksia, asiantuntijapuheenvuoroja ja referaatteja uusimmista aihepiiriin liittyvistä koti- ja ulkomaisista tutkimuksista.

Hyviä ja hyödyllisiä indikaattoreita ei rakenneta muutaman indikaattorijulkaisun avulla. Se edellyttää selvästi pidempää perspektiiviä, jatkuvuutta ja asennoitumista koko asiaan siten, että kysymys on indikaattoreiden jatkuvaluonteista kehittämisestä. Olemassa olevia indikaattoreita parannetaan, huonoista luovutaan ja uusia entistä parempia kehitetään tilalle. Yhdysvaltojen ja OECD:n tiede- ja teknologiaindikaatto-

rijulkaisut tarjoavat hyvän esimerkin pitkäjänteisyydestä. Suomalaisessa ratkaisussa lisätavoitteeksi tulisi asettaa jatkuva uudistuminen niin indikaattoreissa kuin niiden käytössä ja hyödyntämisessä. Parhaimmillaan kysymys ei edes olisi julkaisusta, vaan avoimesta aktiiviseen kommunikointiin omien taustayhteisöjensä ja muiden sidosryhmiensä kanssa pyrkivästä kehittämisalustasta.

9 LÄHDELUETTELO

- Akatemia 2006. Suomen Akatemian tutkimusrahoituksen vaikuttavuus. Suomen Akatemian julkaisuja 11/06. Helsinki: Suomen Akatemia.
- Akatemia 2007. Computer Science Research in Finland 2000–2006. International evaluation. Suomen Akatemian julkaisuja 8/07. Helsinki: Suomen Akatemia.
- Akatemia 2008. Research Programme on Environmental, Societal and Health Effects of Genetically Modified Organisms (ES-GEMO). Suomen Akatemian julkaisuja 3/08. Helsinki: Suomen Akatemia.
- Ali-Yrkkö, J. 2004. Impact of public r&d financing on private r&d - Does financial constraint matter? Discussion papers no. 943. Helsinki: Etna.
- Atkinson, R.D. & Correa, D.K. 2007. The 2007 State New Economy Index. Benchmarking Economic Transformation in the States. Kansas City: Ewing Marion Kauffman Foundation. Saatavissa [Online]: http://www.kauffman.org/pdf/2007_State_Index.pdf.
- Berghäll, E., Junka, T., & Kiander, J. 2006. T&K, tuottavuus ja taloudellinen kasvu. VATT-tutkimuksia 121. Helsinki: VATT.
- Cohen, W. and Levinthal, D. 1990. Absorptive Capacity: an new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, 1, 128–152.
- Dits, H.P. & Berkhout, A.J. 1999. Towards a policy framework for the use of knowledge in innovation systems. *The Journal of Technology Transfer*, 24, 2/3, 211–221.
- EC 2008. European Innovation Scoreboard 2007. Comparative analysis of innovation performance. Bryssel: EC. Saatavissa [Online]: http://www.proinno-europe.eu/admin/uploaded_documents/European_Innovation_Scoreboard_2007.pdf.
- Fagerberg, J. 2005. Innovation: A guide to the literature. Teoksessa J. Fagerberg, D. Mowery & R. Nelson (toim.) *The Oxford Handbook of Innovation*, 1–16. Oxford: Oxford University Press.
- FORA 2007. InnovationMonitor 2007. Kööpenhamina: FORA. Saatavissa [Online]: <http://www.foranet.dk/-/%20Publikationer/InnovationMonitor%202007.aspx>
- Freeman, C. & Soete, L. 2007. Science, technology and innovation indicators: The twenty-first century challenges. Teoksessa OECD (toim.) *Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World. Responding to Policy Needs*. Pariisi: OECD.
- Godin, B. 2003. The emergence of S&T indicators: why did governments supplement statistics with indicators? *Research Policy*, 32, 679–691.
- Godin, B. 2005. Measurement and statistics on science and technology. 1920 to the present. Lontoo & New York: Routledge.
- Henton, D., Melville, J., Grose, T., Maor, G., Young, H., Gibbons, B. & Verhulp, H. 2008. The 2008 Silicon Valley Index. San Jose: Joint Venture Silicon Valley Network. Saatavissa [Online]: <http://www.jointventure.org/publications/siliconvalleyindex.html>.
- Hippel, E. von 2005. *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hughes, T.P. 1986. The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social Studies of Science*, 16, 281–292.
- Hyysalo, S. 2004. Uses of innovation. Wristcare in the practices of engineers and elderly. Väitöskirja. Helsinki: Helsingin yliopisto, Kasvatustieteen laitos.
- Hämäläinen, T. ja Heiskala, R. 2004. Sosiaaliset innovaatiot ja yhteiskunnan uudistumiskyky. Helsinki: Edita.
- IMD 2007. *World Competitiveness Yearbook* Online version. Saatavissa [Online]: http://www.imd.ch/research/publications/wcy/wcy_online.cfm.
- IPTS 2008. Role and Dynamics of Corporate R&D: Summary Report of the First European Conference on Corporate R&D. Seville, 8–9 October 2007. Saatavissa [Online]: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC42738.pdf>.
- John Adams Innovation Institute 2007. 2007 Index of the Massachusetts Innovation Economy. Westborough, MA: Massachusetts Technology Collaborative. Saatavissa [Online]: <http://web3.streamhoster.com/mtc/Index020108.pdf>.
- Kanninen, S. & Lemola, T. 2006. Methods for evaluating the impact of basic research funding. An analysis of recent international evaluation activity. Suomen Akatemian julkaisuja 9/06. Helsinki: Suomen Akatemia.

- Kaukonen, E. 2004. Yliopistollisen tutkimuksen yhteiskunnallinen ulottuvuus. Teoksessa K. Kankaala, E. Kaukonen, P. Kutinlahti, T. Lemola, M. Nieminen & J. Välimaa Yliopistojen kolmas tehtävä? Helsinki: Edita.
- Kiikeri, M. & Ylikoski, P. 2004. Tiede tutkimuskohteena. Filosofinen johdatus tieteen tutkimukseen. Helsinki: Gaudeamus.
- Kiuru, P., Rajahonka, M., Kotala, S., Lemola, T., Kanninen, S., Viljamaa, K., Mäki-Fränti, P., Volk, R., Lehtoranta, O., Hyvönen, J., Loikkanen, T., Edersberger, B. & Koski, H. 2008. Tilastoanalyysi Tekesin vaikuttavuudesta. Tekesin katsaus 229/2008. Helsinki: Tekes.
- Kivinen, O. & Hedman, J. 2004. Yliopistolaitoksen tuloksellisuus Suomessa 1999–2003. Yliopistojen panokset ja tulokset tieteenaloittaisessa tarkastelussa. Turku: Koulutus- sosiologian tutkimuskeskus RUSE.
- Kivinen, O., Hedman, J. & Peltoniemi, K. 2008. Tieteellisen toiminnan tuloksellisuus Suomessa 2002–2006. Turku: Koulutussosiologian tutkimuskeskus RUSE.
- KKA 2007. Korkeakoulun laadunvarmistusjärjestelmien auditointi. Auditointikäsikirja vuosille 2008–2011. Korkeakoulujen arviointineuvoston julkaisuja 2007:7. Helsinki: Korkeakoulujen arviointineuvosto.
- Lampinen, O. 2002. Yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen asema hallinnossa ja päätöksenteossa. Tiedepolitiikka 2/02, 15–22.
- Lehenkari, J. 2006. The networks of learning in technological innovation. The emergence of collaboration across fields of expertise. Väitöskirja. Helsinki: Helsingin yliopisto, Kasvatustieteen laitos. Saatavissa [Online]: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/kay/kasva/vk/lehenkari/>.
- Lehto, A. & Nuutinen A. 2006. Finnish science in international comparison. A bibliometric analysis. Suomen Akatemian julkaisuja 15/06. Helsinki: Suomen Akatemia.
- Lemola, T. 2000. Evolutionaarinen taloustiede. Teoksessa T. Lemola (toim.) Näkökulmia teknologiaan. Helsinki: Gaudeamus.
- Linko, S. & Danielsen, S. 2006. Suomen Akatemian rahoittama luonnontieteiden ja tekniikan alojen tutkimus. Arviointi hankkeiden vaikuttavuuksista. Suomen Akatemian julkaisuja 6/06. Helsinki: Suomen Akatemia.
- Lundvall, B.-Å. & Christensen, J.L. 2004. Introduction: Product innovation - on why and how it matters for firms and the economy. Teoksessa J. L. Christensen & B.-Å. Lundvall (toim.) Product innovation, interactive learning and economic performance, 1–18. Amsterdam: Elsevier.
- Lähtenmäki-Smith, K., Hyytinen, K., Kutinlahti, P. & Konttinen, J. 2006. Research with an impact. Evaluation practises in public research organisations. VTT tiedotteita 2336. Espoo: VTT. Saatavissa [online]: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2336.pdf>.
- Maliranta, M. & Ylä-Anttila, P. 2007. Tavoitteet ja teoriatausta. Teoksessa M. Maliranta ja P. Ylä-Anttila (toim.) Kilpailu, innovaatio ja tuottavuus. ETLA, Sarja B 228. Helsinki: Etlatieto Oy.
- Miles, I. 2003. Knowledge Intensive Services' Suppliers and Clients. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 15/2003. Helsinki: Kauppa- ja teollisuusministeriö.
- Moisio, P., Karvonen, S., Simpura, J. & Heikkilä, M. (toim.) 2008. Suomalaisten hyvinvointi 2008. Helsinki: Stakes.
- National Science Board 2000. Science and Engineering Indicators 2000. Arlington, VA: National Science Foundation. Saatavissa [Online]: <http://www.nsf.gov/statistics/seind00/>.
- National Science Board 2008. Science and Engineering Indicators 2008. Arlington, VA: National Science Foundation. Saatavissa [Online]: <http://www.nsf.gov/statistics/seind08/>.
- Nieminen, M. 2004. Lähtökohtia yliopistojen kolmannen tehtävän tarkastelulle. Teoksessa K. Kankaala, E. Kaukonen, P. Kutinlahti, T. Lemola, M. Nieminen & J. Välimaa Yliopistojen kolmas tehtävä? Helsinki: Edita.
- Nieminen, M. & Kaukonen, E. 2001. Universities and R&D Networking in a Knowledge Based Economy. A Glance at Finnish Developments. Sitra Reports series 11. Helsinki: Sitra.
- Niiniluoto, I. 1980. Johdatus tieteenfilosofiaan. Helsinki: Otava.
- Niiniluoto, I. 2000. Tekniikan filosofia. Teoksessa T. Lemola (toim.) Näkökulmia teknologiaan: Helsinki: Gaudeamus.
- OECD 2002. Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. Pariisi: OECD.
- OECD 2006. Society at a Glance: OECD Social Indicators 2006 Edition. Pariisi: OECD.
- OECD 2007a. Main Science and Technology Indicators. Pariisi: OECD.
- OECD 2007b. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007. Innovation and performance in the global economy. Pariisi: OECD.
- OECD 2008. STI Outlook 2008 – Chapter 4 – Assessing the Socio-economic impacts of Public R&D: recent practices and experiences. Pariisi: OECD.

- OECD & EAEC 1995. The measurement of scientific and technological activities. Manual of the measurement of human resources devoted to S&T. "Canberra manual". Pariisi: OECD.
- OECD & Eurostat 2005. Oslo manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data. Third Edition. Pariisi: OECD.
- OPM 2006. Yliopistotilastot 2005. Taulukoita KOTA-tietokannasta. Opetusministeriön julkaisuja 2006:37. Helsinki: Opetusministeriö. Saatavissa [Online]: <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisu/2006/liitteet/opm37.pdf?lang=fi>.
- Porter, M., Schwab, K., Lopez-Claros, A. & Sala-i-Martin, X. (toim.) 2006. The Global Competitiveness Report 2006-2007. Geneve: WEF. Saatavissa [Online]: <http://www.weforum.org/en/media/publications/CompetitivenessReports/index.htm>.
- Research Council of Norway 2007. Report on Science & Technology Indicators for Norway 2007. Oslo: Research Council of Norway. Saatavissa [Online]: <http://www.forskingsradet.no/servlet/Satellite?cid=1113847748777&pagename=indikatorrapporten%2FPage%2FHovedSideEng>.
- Ritsilä, J., Nieminen, M. & Sotara, M. 2007. Yliopistojen yhteiskunnallinen vuorovaikutus. Arviointimalli ja näkemyksiä yliopistojen rooleihin. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2007:22. Helsinki: Opetusministeriö.
- Sajeva, M., Gatelli, D., Tarantola, S. & Hollanders, H. 2005. Methodology Report on European Innovation Scoreboard 2005. Bryssel: EU. Saatavissa [Online]: <http://www.trendchart.org/scoreboards/scoreboard2005/pdf/EIS%202005%20Methodology%20Report.pdf>.
- Salter A. & Martin B. 2001. The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research. A Critical Review. Research Policy, 30, 509–532.
- Simpura, J. & Uusitalo, H. 2008. Indikaattori-maailma liikkeessä – mitä uutta syntymässä? Hyvinvointikatsaus 1/08. Helsinki: Tilastokeskus.
- Smith, K. 2005. Measuring innovation. Teoksessa J. Fagerberg, D. Mowery & R. Nelson (toim.) The Oxford Handbook of Innovation, 148–177. Oxford: Oxford University Press.
- Stokes, D.E. 1997. Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Tekes 2007. Tekesin vaikuttavuus. Asiakaskyselyjen ja teknologiaohjelmien arviointien analyysi. Teknologiakatsaus 203/2007. Helsinki: Tekes.
- Tekes 2008. Innovaatio toiminnan vaikutukset. Osaamista, uudistumista, kasvua ja hyvinvointia. Helsinki: Tekes.
- TEM 2008. Kansallinen innovaatiostrategia. Helsinki: TEM. Saatavissa [Online]: http://www.innovaatiostrategia.fi/files/download/Kansallinen_innovaatiostrategia_12062008.pdf.
- Tilastokeskus 2006. Innovaatiotutkimus 2004. Yritysten innovaatio toiminta vuosina 2002–2004. Helsinki: Tilastokeskus.
- TTN 2007. Vaikuttavuuden arviointi ja ennakointi. Helsinki: Tiede- ja teknologianeuvosto. Saatavissa [Online]: http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/tiede_ ja_teknologianeuvosto/erillisraportit/liitteet/Vaikuttavuuden_arvioinnin_ ja_ennakoinnin_kehittaminen.pdf.
- Victor, B. & Boynton A.C. 1998. Invented Here: Maximizing Your Organization's Internal Growth and Profitability. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- VTV 2008. T&k-arviointitoiminta. Valtiontalouden tarkastusviraston toiminnantarkastuskertomus 157/2008. Helsinki: VTV.

Tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikuttavuuden jäsentäminen on haastavaa muun muassa vaikutusten toteutumisen pitkän aikajänteen ja välillisyyden vuoksi. Useinkaan vaikutuksia ei voi johtaa yksittäisistä panostuksista tai toiminnoista lähtien. Vaikutusten toteutumisen keskeisenä sisältönä on uuden tiedon, teknologian ja asiantuntemuksen välittyminen ja hyödyntäminen yhteiskunnan eri osa-alueilla.

Tässä raportissa julkaistaan Suomen Akatemian ja Tekesin vuonna 2008 aloittaman vaikuttavuusarvioinnin kehittämishankkeen tulokset. Raportissa esitetään tieteen, teknologian ja innovaatioiden vaikuttavuuden kokonaisnäkemys eli vaikuttavuuskehikko ja määritellään keskeiset vaikuttavuutta kuvaavat indikaattorit.



SUOMEN AKATEMIA

Vilhonvuorenkatu 6 • PL 99, 00501 Helsinki
Puhelin (09) 774 881 • Faksi (09) 7748 8299
www.aka.fi • viestinta@aka.fi

