

**LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO**

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

*Reeta Lind*

**EKOLOGINEN KESTÄVYYS SUOMEN INNOVAATIOJÄRJES-  
TELMÄSSÄ**

Tarkastajat: Professori Lassi Linnanen  
Laboratorioinsinööri Simo Hammo

# TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknillinen tiedekunta  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Reeta Lind

## Ekologinen kestävyys Suomen innovaatiojärjestelmässä

Diplomityö

2011

79 sivua, 4 kuvaa, 6 taulukkoa ja 8 liitettä

Tarkastajat: Professori Lassi Linnanen

Laboratorioinsinööri Simo Hammo

Hakusanat: ekologinen kestävyys, kestävä innovointi, kestävä kehitys, Suomen innovaatiojärjestelmä, ympäristöinnovaatio

Keywords: ecological sustainability, sustainable innovation, sustainable development, Finnish national innovation system, environmental innovation

Tämän diplomityön tavoitteena on tutkia ekologisen kestävyuden huomioimista Suomen innovaatiojärjestelmässä. Ekologinen kestävyys on osa laajempaa kestävä kehityksen käsitettä, joka syntyi jo 1980-luvun lopulla. Sillä viitataan toimintaan, joka jättää mahdollisuuksia tuleville sukupolville yhtä paljon tai enemmän kuin nykyään on käytettävissä. Kestävyteen pyritään nykyisin laajalti ja sen toteutumisen turvaamiseksi on laadittu muun muassa EU-maat, Pohjoismaat ja Suomen kattavat strategiat. Ekologisen kestävyuden suurimmat uhat ovat tällä hetkellä ilmastonmuutos, biodiversiteetin pieneneminen ja ravinteiden kierto. Kestävä innovointi ja ympäristöinnovaatiot ovat tärkeitä keinoja ekologiseen kestävyteen panostettaessa. Näissä innovaatioissa kyse on teknologian, talouden ja ympäristön tasapainosta. Suomen innovaatiotoimintaa tuetaan ja kansallista kilpailukykyä pidetään yllä kansallisen innovaatiojärjestelmän avulla.

Suomen innovaatiojärjestelmässä on useita eri tason toimijoita. Tärkeimpinä voidaan pitää päättäjiä, rahoittajia ja tutkimuksen tuottajia. Rahoituksen suuntaaminen vaikuttaa siihen, mistä aihealueista tutkimusta tuotetaan. Suomen Akatemialla, Tekesillä ja Sitralla on ekologista kestävyttä edistäviä ohjelmia. Lisäksi mm. SHOK:issa on huomioitu ekologisuus. Perustutkimusta rahoitetaan Suomen innovaatiojärjestelmässä huomattavasti soveltavaa tutkimusta vähemmän. Ekologiseen kestävyteen panostavan tutkimuksen teemoista nousee selkeimmin esiin kestävä energiantuotanto sekä kestävä rakentaminen. Jatkotutkimuksena voisi selvittää, kuinka nämä panostukset ovat vaikuttaneet suomalaiseen rakennusalaan.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology  
Faculty of Technology  
Degree Programme in Environmental Technology

Reeta Lind

### **Ecological sustainability in Finnish National Innovation System**

Master's thesis

2011

79 pages, 4 figures, 6 tables and 8 appendices

Examiners: Professor Lassi Linnanen

Laboratory Manager Simo Hammo

Keywords: ecological sustainability, environmental innovation, Finnish national innovation system, sustainable development, sustainable innovation,

The objective of this Master's thesis is to examine how ecological sustainability is taken into consideration in the Finnish national innovation system. Ecological sustainability is one part of sustainable development. The concept of sustainability was first introduced in the end of the 1980's. Sustainability refers to actions that meet the present needs without compromising the ability to satisfy the future needs. Currently people aim widely towards sustainability. To secure sustainable development there are for example different strategies for EU, Nordic countries and for Finland. The greatest threats against ecological sustainability are climate change, the rate of biodiversity loss and nutrient cycle. Sustainable innovation and environmental innovations are important ways to reach the desired level of ecological sustainability. These innovations are a balance between technology, economy and the environment. The Finnish national innovation system helps to support innovation activities and sustain national competitiveness.

There are many different actors on different levels of the Finnish national innovation system. Policymakers, financing sector and research institutions can be held as the most important ones. The Academy of Finland, Tekes and Sitra all have programs that improve the ecological sustainability. In addition the ecological sustainability is recognized for example in the SHOKs. Applied research is significantly better financed than the basic research. The most noticeable research themes on the field of ecological sustainability are sustainable energy and especially sustainable construction. It could be studied in the future research how these investments have influenced the Finnish construction sector.

## **ALKUSANAT**

Aivan aluksi haluaisin kiittää Tekniikan Akateemisia mahdollisuudesta tehdä diplomityöni mielenkiintoisesta aiheesta, joka sopi mainiosti yhteenvedoksi opinnoistani. Kiitos tästä Tekniikka ja yhteiskunta –yksikön johtajalle Pekka Pelliselle sekä asiamies Martti Kiviojalle. Kiitos myös professori Lassi Linnaselle diplomityöni ohjauksesta, kaikesta avusta ja kommentteista.

On vielä vähän vaikea käsittää, että olen nyt todella valmistumassa. Muistan yhä kuinka kaukaiselta ajatukselta valmistuminen tuntui opiskelujen alussa, mutta näin jälkempäin muisteltuna vuodet tuntuvat kuitenkin sujahtaneen ohitse huimaa vauhtia. Kiitos kaikille ymtetyöille, kotepojille ja muille mukaville, joihin olen saanut tänä aikana tutustua. Kiitos seurastanne niin opiskeluissa, opiskelijahulinoissa kuin muunakin vapaa-aikana. Ilman teitä olisin oppinut huomattavasti vähemmän.

Suuri kiitos kuuluu myös perheelleni pizzaperjantai-illoista ja muista mukavista yhteisistä hetkistä. Olette minulle suuri ja tärkeä voimavara.

Lappeenrannassa, 14.9.2011

Reeta Lind

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	6
1.2	Ympäristöpolitiikan kehittyminen.....	7
1.3	Toteutus ja rakenne.....	8
2	EKOLOGINEN KESTÄVYYS .....	9
2.1	Ohjauskeinoja.....	11
2.1.1	EU:n kestävän kehityksen strategia.....	12
2.1.2	Pohjoismaiden yhteinen strategia.....	12
2.1.3	Kansallinen kestävän kehityksen strategia .....	13
2.2	Suurimmat haasteet .....	14
2.2.1	Ilmastonmuutos.....	17
2.2.2	Biodiversiteetin pieneneminen.....	18
2.2.3	Ravinteiden kierto .....	18
2.3	Kansallisen kestävyden mittaaminen.....	19
2.4	Kestävyden ja talouskasvun suhde .....	20
3	KESTÄVÄ INNOVOINTI.....	22
3.1	Ympäristöinnovaatio .....	24
3.2	Innovoinnin uudet ajurit.....	28
3.3	Kestävää innovointia koskevat ohjelmat .....	31
3.3.1	Kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelmaehdotus .....	31
3.3.2	Euroopan unionin suuntauksia .....	33
3.4	Kestävän innovoinnin vaikutus kansalliseen kilpailukykyyn .....	34
4	SUOMEN INNOVAATIOJÄRJESTELMÄ.....	36
4.1	Järjestelmän rakenne.....	37
4.1.1	Päätäjät.....	39

4.1.2	Rahoitus .....	40
4.1.3	Tutkimus .....	41
4.1.4	Osaamiskeskittymät.....	43
4.2	Innovaatiojärjestelmän haasteita .....	44
5	<b>EKOLOGINEN KESTÄVYYS SUOMEN INNOVAATIOJÄRJESTELMÄSSÄ</b>	
	47	
5.1	Suomen Akatemian tutkimusohjelmat.....	47
5.1.1	Ilmastonmuutos – vaikutukset ja hallinta .....	48
5.1.2	Kestävä energia .....	48
5.1.3	Kestävä tuotanto ja tuotteet –tutkimusohjelma KETJU (2006-2010).....	49
5.2	Tekesin ohjelmat .....	50
5.2.1	BioRefine – Uudet biomassatuotteet 2007 - 2012 .....	52
5.2.2	Kestävä yhdyskunta 2007–2012.....	53
5.2.3	Polttokennot 2007–2013 .....	54
5.2.4	Rakennettu ympäristö 2009–2014.....	55
5.2.5	SymBio – Biotekniikasta tuotantoon 2006–2011.....	55
5.2.6	Vesi 2008–2012.....	56
5.3	Sitran ohjelmat .....	57
5.3.1	Ympäristöohjelma .....	57
5.3.2	Energiaohjelma.....	58
5.4	SHOK: CLEEN Oy .....	59
5.4.1	Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi .....	59
5.4.2	Tulevaisuuden polttomoottorivoimalaitokset .....	60
5.4.3	Ympäristön mittaus ja monitorointi .....	60
5.4.4	Älykkäät sähköverkot ja energiamarkkinat .....	60
5.5	SHOK: RYM Oy .....	61

5.5.1	Built Environment Process Re-engineering.....	62
5.5.2	Sisäympäristö .....	62
5.6	Cleantech.....	62
5.7	Julkisten hankintojen mahdollisuudet .....	63
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	65
	LÄHTEET.....	71
	LIITTEET	

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Kestävän kehityksen ulottuvuudet.....	9
Kuva 2. Ympäristöinnovaatiotyypit .....	25
Kuva 3. Ympäristöinnovaatioiden luokittelu vaikutusten ja uutuusasteen mukaisesti .	26
Kuva 4. Suomen innovaatiojärjestelmän rakenne ja toimijat. ....	38

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Työn rakenne. ....	8
Taulukko 2. Ihmisen toiminnan häiritsemät maapallon prosessit .....	16
Taulukko 3. Suomen innovaatiojärjestelmän heikkoudet ja uhat.....	45
Taulukko 4. Tekesin käynnissä olevat ohjelmat Energia ja ympäristö –toimialalla. ....	51
Taulukko 5. CLEEN Oy:n käynnissä olevat tutkimusohjelmat. ....	59
Taulukko 6. RYM Oy:n käynnissä ja valmisteilla olevat tutkimusohjelmat. ....	61

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Ympäristön parempi huomioiminen ja menneisyyden ympäristövirheiden uusimisen välttäminen saavat nykyään aiempaa enemmän huomiota osakseen eri organisaatioissa ja ne ovatkin muuttuneet yhä arkipäiväisemmäksi asiaksi. Keskustelua yritysmaailmassa on kuitenkin herättänyt ympäristöasioiden yhdistäminen kannattavaan liiketoimintaan. Varsinkin aiemmin vallalla olleen ajattelutavan mukaan ympäristöön panostamista pidettiin ylimääräisenä, resursseja vaativana pakkona eikä niinkään osana yrityksen normaalia toimintaa. Ekotehokkuusajattelu ja sen herättämä keskustelu ovat tuoneet mukanaan näkökulman, jonka mukaan ympäristökuormituksen vähentäminen ja taloudellisen menestyksen toteutuminen olisi mahdollista yhtäaikaisesti.

Ekologisen kestävyuden huomioiminen varsinkin tutkimus- ja kehitystoiminnassa on tärkeää ympäristöorientoituneen toiminnan jatkumisen kannalta. On kuitenkin huomattava, ettei yksittäisen organisaation sisällyttämä ekotehokkuusajattelu johda vielä muutokseen, vaan koko järjestelmän asenteiden ja toiminnan on muututtava. Tasapaino ympäristöasioiden ja kilpailukyvyn kesken on löydettävä koko innovaatiojärjestelmästä, aina rahoittajista toteuttajiin. Ekologisen kestävyuden toteutumisasteen tutkimiseksi on siis mielekästä tutustua useamman innovaatiojärjestelmän tason toimiin asian edistämiseksi, sillä usein ympäristöystävällinen toiminta ja taloudellinen menestys voivat hyvinkin olla ristiriidassa keskenään.

Ekologisen kestävyuden ja talouskasvun sekä kilpailukyvyn välisestä suhteesta on esitelty paljon erilaisia näkemyksiä. Joidenkin näkemysten mukaan ympäristön parempi huomioiminen ja kilpailukyky tukevat toisiaan, kun taas toisten käsitysten mukaan ekologisuuden huomioiminen heikentää kilpailukykyä. Tässä työssä pyritään selvittämään mitä on ekologinen kestävyys ja mikä sen suhde kansalliseen kilpailukykyyn on. Lisäksi tutkitaan ekologisen kestävyuden huomioimista Suomen innovaatiojärjestelmässä. Lopulta arvioidaan innovaatiojärjestelmän ny-

kytilää edellä mainittujen asioiden saralta. Lisäksi työn tavoitteena on löytää aiheita mahdollisiin jatkotutkimuksiin.

## 1.2 Ympäristöpolitiikan kehittyminen

Ympäristönäkökulman huomioon ottaminen tuntuu Suomessa edelleen olevan kehitysvaiheessa, vaikkei ympäristötietoutta voi pitää kovinkaan uutena asiana. Koko 1900-luvun ajan ympäristötietous hiljalleen lisääntyi luonnonsuojelun hallun, uusiutuvien energiavarojen hyödyntämisen ja maailmanlaajuisten uhkien johdosta. Ympäristöhallinnon kehitys alkoi kuitenkin vasta 1960-luvulta vesilain voimaantulon myötä, jonka jälkeen ympäristöministeriö perustettiin 1980-luvun alussa. Tämän jälkeen kehitys kohti ympäristöyhteiskuntaa on ollut vauhdikkaampaa, varsinkin 1990-luvulla alkaneen EU-jäsenyyden ja sen mukanaan tuomien uusien lakien myötä. (Kuisma 2001, 65–69; Hakala ja Välimäki 2003, 30–31.)

Kansainväliseksi ympäristöpolitiikka muuttui 1970-luvun alussa. Kansainvälinen toiminta lähti liikkeelle sopimuksista uhanalaisten lajien suojelemiseksi ja jo vuonna 1972 pidettiin ensimmäinen kansainvälinen ympäristökokous. 1980-luvulla keskusteltiin aiempaa enemmän ympäristöongelmista, kuten metsätuhoista ja otsonikadosta. Brundtlandin komissio, eli ympäristön ja kehityksen maailmankomissio, julkaisikin jo 1980-luvun lopulla raportin, jossa tuotiin esille käsitys kestävästä kehityksestä. (Hakala ja Välimäki 2003, 31–32.)

Lakien ja sopimusten mukanaan tuomien kieltojen ja rajoitusten lisäksi ympäristönsuojelua eteenpäin ovat vieneet tekniset muutokset. Uudet tekniset sovellukset voivat vähentää ympäristövaikutuksia esimerkiksi prosessien kehittyessä, mutta toisaalta merkitys voi jäädä huomaamattomaksi, jos kulutustottumukset samalla kasvavat. Ympäristöystävällisen teknologian kehittymisen lisäksi on siis kestävä kehityksen kannalta tärkeää, että ympäristöpolitiikka on noussut omaksi politiikan osa-alueekseen. Idealisimpaan lopputulokseen siis päästäisiin, jos kestävä kehi-

tys ja hallinnolliset ja ohjaavat keinot, kuten lait, säädökset ja rahoitus, olisivat keskenään tasapainossa.

### 1.3 Toteutus ja rakenne

Tämä työ on teetetty osana Tekniikan Akateemisten (TEK) kärkihankkeen ”Ilmas- tonmuutos ja kestävä kehitys” osaprojektia ”Tekniikan tutkimuksen kestävä ke- hityksen haasteet”. Työssä tarkastellaan ekologisen kestävyuden huomioimisen tilaa Suomen innovaatiojärjestelmään kuuluvien toimijoiden parissa.

Työtä taustoitetaan tutustumalla artikkeleihin ja kirjallisuuteen ekologisesta kes- tävyydestä sekä kestävästä innovoinnista. Käsitteitä kestävyydestä ja innovoin- nista on lisäksi tuettu haastatteluin. (Liite 1) Suomen innovaatiojärjestelmään ja sen ominaisuuksiin tutustutaan internet-lähteiden avulla. Työn rakenne on esitelty tarkemmin taulukossa 1.

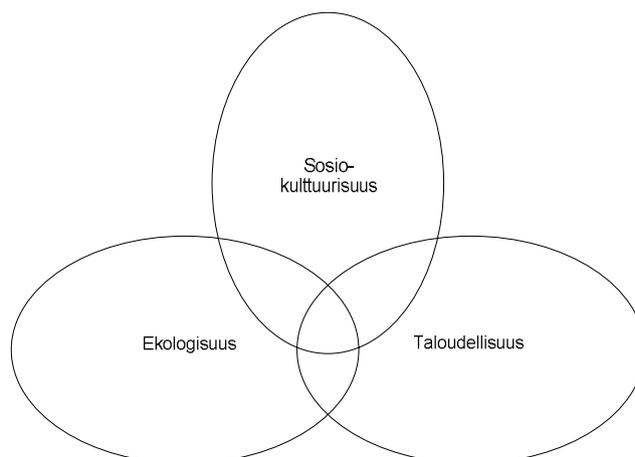
**Taulukko 1.** Työn rakenne.

	Otsikko	Sisältö
Luku 1	Johdanto	Johdatusta aihepiiriin, tutkimuskysymyk- set, työn rakenne ja toteutustavat
Luku 2	Ekologinen kestävyys	Ekologisen kestävyuden määrittely, oh- jaavat strategiat, kansallisen kestävyuden mittaaminen, suurimmat haasteet, kestä- vyyden ja talouskasvun suhde
Luku 3	Kestävä innovointi	Innovaation, kestävä innovoinnin ja ympäristöinnovaation määritelmät, inno- vaatioiden uudet ajurit
Luku 4	Suomen innovaatiojärjestelmä	Järjestelmän avaintoimijoiden esittely
Luku 5	Ekologinen kestävyys Suomen innovaatiojärjestelmässä	Toimijoiden ohjelmarakenteita ja strate- gioita sekä muita kestävyyttä edistäviä tekijöitä
Luku 6	Johtopäätökset	

## 2 EKOLOGINEN KESTÄVYYS

Ekologinen kestävyys on osa kestävästä kehityksestä ja siksi onkin hyvä ymmärtää ensin koko kestävyuden käsite. Kestävyys ei ajatuksena ole uusi, vaan alkujaan peräisin jo 1980-luvun lopulta. Kestävä kehitys yhdistetään usein ainoastaan ympäristöasioihin, vaikka sen periaate on turvata ekologisen kestävyuden lisäksi myös sosiaalinen ja taloudellinen kestävyys.

Suomessa kestävästä kehityksestä on tulkittu ensin juuri aiemmin mainitun Brundtlandin komission esittämän ajatuksen pohjalta, jonka mukaan kehitys on kestävää sen tyydyttäessä nykyhetken tarpeet poistamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta tyydyttää tarpeitaan. 1990-luvun puolivälissä Suomen kestävästä kehityksen toimikunta laati muistion, jonka mukaan nykyisen ja tulevien sukupolvien mahdollisuuksien turvaamiseen olisi pyrittävä jatkuvalla, ohjatulla yhteiskunnallisella muutoksella. Toimikunnan muistion mukaan kestävyydellä oli kolme ulottuvuutta: ympäristötaloudellinen, yhteiskunnallinen ja kulttuurinen. (Suomen kestävästä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 31.) Kestävyuden toteutumiseksi tulisi jokainen näistä kolmesta ulottuvuudesta ottaa huomioon. Kestävyuden kolme ulottuvuutta on havainnollistettu kuvassa 1.



**Kuva 1.** Kestävästä kehityksestä ulottuvuudet (Hakala ja Välimäki 2003, 237.)

Kestävästä kehityksestä määritelmää miettinyt työryhmä määritteli vuonna 1994 ekologisen kestävyuden olevan taloudellisen kasvun sopeuttamista luonnon asetta-

miin reunaehtoihin, mikä on ainoa mahdollisuus kestäväälle talouskehitykselle. Vaikka ekologisen kestävyuden käsite ei merkittävästi muuttunut, ymmärrettiin raportin mukaan tietojen ja ymmärryksen kestävyuden käsitteen suhteen olevan vielä puutteellisia. Kulutustottumusten lisäksi tärkeimpänä ratkaisukeinona nähtiin ekologisesti järkevämmän teknologian kehittäminen. (Malaska 1994, 3-4.)

1990-luvun lopulta lähtien asiaa on lähestytty pääomakäsittein. Maailmanpankin pääjohtaja Serageldin mukaan kestävä kehitys tarkoittaa, että jätämme tuleville sukupolville yhtä paljon tai enemmän mahdollisuuksia, kuin meillä on ollut. Mahdollisuudet voidaan tulkita varallisuudeksi ja mitata sitä neljän eri pääomalajin mukaisesti. Nämä neljä ryhmää ovat (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 31–32):

- inhimillinen pääoma (esim. osaaminen, tutkimus ja kehitys, tiede)
- fyysinen pääoma (esim. tuotantokoneistot, infrastruktuuri)
- sosiaalinen pääoma (esim. hallinto, lainsäädäntö, sosiaaliset verkostot)
- luontopääoma (luonnonvarat).

Kestävä kehityksen kannalta olisi tärkeää vahvistaa inhimillistä, sosiaalista ja fyysistä pääomaa eli yhteiskunnan ja kansalaisten innovaatio- ja muutoksenhallintakykyä, ilman luontopääoman vähenemistä (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 32). Kestävä kehitys on siis monisäikeinen ja selvää yhteistä määritelmää vailla oleva käsite. Täten tämä työ on rajattu kestävyuden osalta ekologiseen kestävyyteen, joka toisaalta myös yksinään on varsin laaja alue.

Ekologisessa kestävyudessa tulee huomioida veden, maaperän sekä ilman kestävyys, joiden jokaisen saastuminen aiheuttaa omat ongelmansa. Veden käyttö ei nykyisellään ole kestävää, sillä sitä käytetään liikaa. Käyttö lisääntyy myös jatkuvasti ihmisten määrän lisääntyessä. Lisäksi juomakelpoiset vedet voivat olla esimerkiksi kaivostoiminnan vuoksi saastuneita kemikaalein. Maaperää saastuttavat esimerkiksi maatalous- ja öljyteollisuus. Vaikka puhdas ilma onkin kasvien yh-

teyttämisen ansiosta uusiutuva luonnonvara, ovat ihmiset toiminnallaan häirinneet tätä prosessia ja aiheuttaneet ilmansaastumisella monia ongelmia, joista näkyvimpiä ovat isoissa kaupungeissa esiintyvät savusumut ja puhutuimpia otsonikato ja ilmastonmuutos. (Munier 2005, 120–127.)

Tärkeäksi ekologisen kestävyuden tekee se, että talous ja yhteiskunta ovat viime kädessä riippuvaisia biosfääristä ja sen prosesseista. Näiden prosessien häiritseminen on riskialtista, sillä seurauksia ei voi täysin tietää etukäteen. (Diesendorf 1999, 4.) Nykyiset kulutustottumukset eivät ole kestäviä. Jotta ihmisten kulutustottumuksiin ja tarpeisiin pystytään vastaamaan, lisääntyy luonnon kuormitus jatkuvasti. Tämä vaurioittaa maapallon prosesseja, ekosysteemejä, joista ihmiset ovat riippuvaisia. Näiden häiriintyneiden prosessien johdosta aiheutuu ongelmia. Esimerkiksi ilmaston lämpeneminen nostaa meren pintaa ja sulattaa jäätiköitä, minkä seurauksena voi syntyä tulvia ja jotkut saarivaltiot voivat joutua jopa kokonaan veden valtaan. (Starke ja Matsny (toim.) 2010, 30–34.)

Työssä esitellään seuraavaksi ekologisen kestävyuden ohjauskeinoja, suurimpia ympäristöuhkia ja olemassa olevia mittareita sekä ekologisen kestävyuden ja taloudellisen menestyksen välistä suhdetta.

## **2.1 Ohjauskeinoja**

Koska kestävä kehitys on saanut aikaan paljon poliittista keskustelua ja toimenpiteitä, on sen toteuttamisen takaamiseksi laadittu erilaisia ohjauskeinoja. Tällaisina ohjauskeinoina voidaan pitää esimerkiksi EU:n, Pohjoismaiden ja Suomen kansallista kestävä kehityksen strategiaa. Kansainvälisesti on erityisesti ilmastonmuutoksen lievittämiseksi olemassa lisäksi kuuluisa Kioton sopimus ja vuosittain pidettävät ilmastokokoukset. Myös yritys- ja tuotetasolla toteutettavat ympäristöjärjestelmät ja –merkinnät voidaan laskea ohjauskeinoiksi. Ne on kuitenkin rajattu työn ulkopuolelle, sillä työssä keskitytään pääasiallisesti kansallisen tason toimintaan.

### **2.1.1 EU:n kestävän kehityksen strategia**

Kestävä kehitys on yksi Euroopan unionin päätavoitteista. Eurooppa Neuvosto hyväksyi kesäkuussa 2006 EU:n uudistetun kestävän kehityksen strategian, jota ovat olleet Eurooppa Neuvoston lisäksi tekemässä mm. Euroopan parlamentti ja Euroopan talous- ja sosiaalikomitea. Tavoitteena strategialla on, että siinä määritellyin ja kehitellyin toimin voitaisiin EU:ssa luoda kestäviä yhteisöjä. Näiden yhteisöjen tulisi kyetä tehokkaaseen resurssien hallintaan ja käyttämiseen sekä hyödyntää talouden ekologista ja sosiaalista innovointipotentiaalia kestävän kehityksen periaatteet huomioon ottaen. (Euroopan Unionin Neuvosto 2006, 1-3.)

EU:n strategiassa on määritelty seitsemän tärkeintä haastetta, tavoitteet niiden suhteen sekä toimia, joilla näihin tavoitteisiin päästään. Näin pyritään strategian mukaan vastaamaan sekä ympäristön tilan heikkenemiseen että EU:n kilpailukykyyn ja kansainvälisten sitoumusten aiheuttamiin paineisiin. Näistä seitsemästä haasteesta ekologisen kestävyuden kannalta merkittäviä ovat ilmastonmuutos ja puhtaat energiamuodot, kestävä liikenne, kestävä kulutus ja tuotanto sekä luonnonvarojen säilyttäminen ja hallinta. (Euroopan Unionin Neuvosto 2006, 7-13.)

Näistä haasteista mielenkiintoisimpana tämän työn kannalta voidaan pitää kestävää kulutusta ja tuotantoa, sillä sen tavoitteisiin kuuluu muun muassa katkaista yhteys talouskasvun ja ympäristön pilaantumisen välillä sekä lisätä EU:n maailmanlaajuista markkinaosuutta ympäristöteknologioiden ja –innovaatioiden alalla. Asian toteutumiseksi kehoitetaan jäsenvaltioita tehostamaan toimia ekoinnovaatioiden ja –teknologioiden edistämiseksi ja levittämiseksi esimerkiksi asiaa koskevan toimintasuunnitelman tekemisellä. (Euroopan Unionin Neuvosto 2006, 13.)

### **2.1.2 Pohjoismaiden yhteinen strategia**

Myös Pohjoismainen ministerineuvosto on laatinut strategian kestävän kehityksen toteuttamiseksi. Strategiassa on määritelty painopistealueita aikavälille 2009–2012 ja tavoitteita aina vuoteen 2020 asti. Ekologisen kestävyuden alueella strate-

gia keskittyy ilmastoon ja uusiutuvaan energiaan sekä kestäväan tuotantoon ja kulutukseen. (Pohjoismaiden ministerineuvosto 2009, 3.)

Ilmastotavoitteeksi strategiassa on määritelty Pohjoismaiden nostaminen ilmastotyön edelläkävijöiksi. Tähän kunnianhimoiseen tavoitteeseen pääsemiseksi tulisi suorittaa mittavia toimenpiteitä kaikissa Pohjoismaissa. Tärkeänä keinona pidetään uusiutuvan energian käytön lisäämistä ja siihen liittyvän tekniikan kehityksen tukemista sekä suorana tukena että verohelpoituksin. Ylipäänsä ilmastonmuutoksen torjuntaa hyödyntävää ja energiaa säästävää innovaatiotoimintaa tulisi kehittää. Kansainvälisen yhteistyön tuloksena toivotaan myös voitavan ryhtyä hyödyntämään ainakin vielä toistaiseksi vaativaa ja kallista päästöjen talteenotto- ja varastointitekniikkaa. (Pohjoismaiden ministerineuvosto 2009, 11–13.)

Tavaroiden ja palvelujen tuotantotapojen on muututtava, jotta kestävä kehitys voisi toteutua. Pohjoismaiden tulisi toimia niin, ettei saastuminen ylitä luonnon sietokykyä ja talouskasvun ja ympäristön tilan huonontumisen välinen kytkös tulisi katkaista. Hallitusten tulisi laatia kestävää kulutusta ja tuotantoa edistäviä sääntöjä ja kannustimia ja näin luoda yrityksille niiden tarvitsemat suotuisat olosuhteet kestävämpien tuotteiden ja ympäristöä säästävien ja resurssitehokkaiden tekniikoiden kehittämiseksi. Pohjoismaiden olisi siis lisättävä panostuksiaan ympäristötekniikkaan ja ekoinnovaatioihin. (Pohjoismaiden ministerineuvosto 2009, 14–17.)

### **2.1.3 Kansallinen kestävä kehityksen strategia**

Suomen kansallinen kestävä kehityksen strategia julkaistiin vuonna 2006. Se noudattaa Euroopan unionin strategiaa ja sen kahden vuoden välein tehtävä arviointi onkin kytkeyty EU:n strategian arviointiprosessiin. Lisäksi siinä on otettu huomioon muut aiemmin laaditut kestävä kehityksen toimintaohjelmat. Uusia hallitusohjelmia linjattaessa voidaan kansallista strategiaa pitää perustana kestävä kehityksen toteuttamissuunnitelmalle. (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006. 32–33.)

Kansallisessa kestävä kehityksen strategiassa keskeisinä haasteina ekologiselle kestävyydelle pidetään tulevien sukupolvien mahdollisuuksien turvaamista, Suomen uusiutuvien ja uusiutumattomien luonnonvarojen kestävä käyttöä ja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi tehtäviä toimia. Kestävien tuotantotapojen edistämisen tavoite on kasvattaa Suomen taloutta samalla, kun ympäristöhaitat vähenevät. Tähän päästäisiin nostamalla ekotehokkuutta, mikä vaatisi siirtymistä luonnonresurssien käytön lisäämisestä osaamiseen ja laatuun. (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006. 49,63.)

Strategian mukaan tulisi niin EU-tasolla kuin Suomessakin siirtyä uuden sukupolven ympäristöpolitiikkaan, joka tukisi aiempaa enemmän elinkeino- ja työllisyyspoliittisia tavoitteita. Tämä vaatisi muun muassa julkisten tutkimus- ja kehitysvarojen suuntaamista eri tieteitä ja teknologioita yhdisteleviin, käyttäjälähtöisiin, kestäviin ratkaisuihin. Suunnitelmallisella ja pitkäjänteisellä kansallisella politiikalla turvattaisiin uusien liiketoimintamahdollisuuksien ja vientituotteiden löytäminen. (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006. 64.)

## **2.2 Suurimmat haasteet**

Ihmiskunta on saanut aikaan suuria saavutuksia teknologian saralla viime vuosikatojen aikana. Tämä on vähentänyt riippuvuutta luonnosta, mutta sen korvaamattomuutta ei kuitenkaan saa unohtaa. Ihmisten toiminta häiritsee useita eri luonnonjärjestelmiä. Näitä häiriöitä ovat muun muassa (Diesendorf 2000, 1-2):

- muutokset ilmakehän koostumuksessa ja siten maapallon ilmastossa
- stratosfäärin otsonin häviäminen ja siten elävien organismien vahingoittuminen lisääntyneestä säteilystä
- pintamaan hajoaminen ja lisääntynyt aavikoituminen
- biologisen monimuotoisuuden pienentyminen
- fotosynteesin ja ravinteiden kierron vahingoittaminen
- ilman, jokien ja merten saastuminen
- makean veden varastojen ehtyminen.

2000-luvun alussa Johansson (Pirilä (toim.) 2000, 63–64.) piti merkittävänä, että kestävän kehityksen käsite ilman selvää yhteistä määritelmää on saanut paljon politikointia aikaan. Samalla hän ihmetteli, kuinka ympäristön sietokyvystä aina puhutaan, vaikkei kukaan todella tiedä, mitä nämä rajat ovat. Rajojen määrittely on vaikeaa, sillä luonnon prosesseja ja sen muuttujien vaikuttamista toisiinsa on vaikea ymmärtää.

Puhuttaessa ekologisesta kestävydestä, tai ylipäänsä kestävästä kehityksestä, nousee useimmiten esille ilmastonmuutos. Se ei kuitenkaan ole ainoa ympäristöongelma, josta tulisi huolehtia. Vuoden 2009 syyskuussa Rockström et al. (2009) julkaisivatkin artikkelin, jossa ongelmiksi oli nostettu 10 eri luokkaa. Näille luokille oli laskettu rajat, joiden alapuolella pysyminen takaisi heidän mielestään turvallisen tason toimia, ilman maapallon systeemin vahingoittumista. Tämä turvallisen toiminnan raja on Rockström et al:n mukaan ylittynyt hälyttävästi jo kolmella eri osa-alueella: ilmastonmuutoksella, biodiversiteetin pienenemisellä sekä typen kiertokululla. Taulukossa 2 on listattu kaikki artikkelissa mainitut ympäristöongelmaluokat sekä näiden suositellut ja nykyiset arvot. Ilmakehän aerosolikuormitukselle ja kemialliselle saastumiselle ei ole määritelty arvoja.

**Taulukko 2.** Ihmisen toiminnan häiritsemät maapallon prosessit (Rockström et al 2009, 473.)

Maapallon prosessi	Yksikkö	Suositteluraja-arvo	Nykyinen arvo
Ilmastonmuutos	hiilidioksidikonsentraatio (ppm/V)	350	387
Biodiversiteetin pieneneminen	sukupuuttoon kuolevat lajit vuodessa miljoonaa kohden	10	>100
Typen kiertokulku	ilmakehästä vuosittain poistetun typen määrä (milj.t/a)	35	121
Fosforin kiertokulku	fosforin määrä merissä (milj.t/a)	11	8,5-9,5
Otsonikato	otsonikonsentraatio (Dobson)	276	283
Merien happamoituminen	keskiarvo aragoniitin määrästä merien pintavesissä	2,75	2,90
Makean veden kulutus	makean veden kulutus (km <sup>3</sup> /a)	4 000	2 600
Maankäytön muutokset	viljelymaaksi muutettavan maa-alan osuus prosentteina	15	11,7
Ilmakehän aerosolikuormitus	ei määritelty	-	-
Kemiallinen saastuminen	ei määritelty	-	-

EU:n kestävän kehityksen strategiassa ympäristönsuojelun tärkeimmiksi tavoitteiksi nimetään luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen, luonnonvarojen rajallisuuden huomioiminen sekä ympäristön saastumisen vähentäminen. Lisäksi yksi strategiassa nimettyjen tärkeimpien haasteiden tavoitteista on ilmastonmuutoksen kielteisten vaikutusten rajoittaminen. (Euroopan Unionin Neuvosto 2006, 3,7.)

Suomen kansallisessa strategiassa mainitaan merkittävimpiä ekologisen kestävyysuhkia olevan ilmastonmuutos ja makean veden riittävyys. Esille nostetaan myös lisääntynyt maanviljely, joka maanmuokkauksen ja lannoitteiden käytön

vuoksi kaventaa luonnon monimuotoisuutta sekä lisää ravinteiden määrää. Uusiutumattomien energianlähteiden käyttö nähdään jo itsessään kestäättömänä, mutta myös yhdessä metsien vähenemisen kanssa tärkeimpänä ilmastonmuutoksen aiheuttajana. Suomen kannalta merkittävimpänä haasteena nähdään kuitenkin ilmastonmuutos. (Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006. 36, 45.)

Ympäristön ongelmat nähdään edellä mainituissa lähteissä siis jotakuinkin samoina, vaikka eri lähteissä eritelläänkin ongelmia huomattavasti tarkemmin kuin toisissa. Kaikista ylimalkaisimmin asia esitetään EU:n strategiassa. EU:n strategian pohjalta tehdyssä kansallisessa strategiassa uhkia on pyritty tarkentamaan ja siinä nouseekin esille samat asiat, mitkä myös Rockström et al:n artikkelin mukaan ovat merkittävimpiä. Nämä kolme ihmisten toiminnan eniten häiritsemää maapallon prosessia esitellään seuraavaksi.

### **2.2.1 Ilmastonmuutos**

Ilmastonmuutos, josta usein puhutaan myös ilmaston lämpenemisenä, on seurausta kasvihuoneilmiön voimistumisesta. Kasvihuoneilmiön aiheuttavat niin kutsutut kasvihuonekaasut, joista merkittävimpiä ovat hiilidioksidi ja vesihöyry. Nämä kaasut päästävät lämmittävän auringonvalon maapallolle, mutta estävät lämpösäteilyn poistumisen ilmakehästä. Ilmaston lämpenemiselle on lisäksi muita, myös luonnollisia, aiheuttajia. Ihmisten toiminnan vaikutuksia ilmastonmuutoksen kiihtymiselle ei kuitenkaan voi kiistää. Ilmastonmuutoksen ymmärtämistä ja ennustamista vaikeuttaa se, että vaikuttavien tekijöiden väliset vuorovaikutukset ovat osin epäselviä: ilmastonmuutos voi muuttaa jotakin, joka vaikuttaa takaisin ilmastonmuutokseen. Ilmastonmuutoksen seuraukset ovat merkittäviä, sillä ne saattavat vahvistaa muita kestäväälle kehitykselle haitallisia vaikutuksia. Ilmastonmuutos lisää esimerkiksi äärimmäisten sääilmiöiden (myrskyt, rankkasateet ja kuivuus) esiintymistä. Ilmaston lämpeneminen ja sääilmiöt taas tuhoavat elinympäristöjä, jolloin ilmastonmuutos vaikuttaa myös luonnon monimuotoisuuteen. (Pirilä (toim.) 2000, 17–19; Hakala ja Välimäki 2003, 87–91.)

### 2.2.2 Biodiversiteetin pieneneminen

Biodiversiteetillä, eli luonnon monimuotoisuudella, tarkoitetaan elävässä luonnossa ja elävissä olioissa esiintyvää vaihtelevuutta. Luonnon monimuotoisuuteen siis kuuluu kaikki elollinen aina mikrobien runsaudesta maisemien kirjoon. Koko elämän historian ajan monimuotoisuuden voidaan katsoa yleensä lisääntyneen. Lisääntyneen metsien käytön, maanviljelyn ja rakentamisen ansiosta laajat maalat ovat kuitenkin muuttuneet ja nostaneet elinympäristöjen hävittämisen eniten luontoa köyhdyttäväksi tekijäksi. Muita biodiversiteetin pienenemisen aiheuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi ilman hiilidioksidipitoisuuden lisääntyminen ja lajien leviäminen uusille alueille. Hiilidioksidipitoisuuden lisääntymisen vuoksi paremmin hiilidioksidia hyödyntävät kasvit tullevat syrjäyttämään muita kasveja. Uusille alueille levittäytyvät lajit niin ikään syrjäyttävät heikompia lajeja. (Hakala ja Välimäki 2003, 165–170.)

### 2.2.3 Ravinteiden kierto

Moderni maatalous vaikuttaa biodiversiteetin pienenemisen lisäksi ravinteiden, erityisesti typen ja fosforin, määrään maapallolla. Suurin osa ravinteista syntyy ruuantuotannon lannoitteiden valmistuksesta sekä palkokasvien viljelystä. Ihmisen toimet tuottavat mm. typpeä (N<sub>2</sub>) 120 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä on enemmän kuin mitä maapallon luonnollisista prosesseista syntyy. Typen yhdisteiden laskeuma aiheuttaa muun muassa maaperän ja vesistöjen happamoitumista, joka vaikuttaa happamuutta huonosti sietävien lajien esiintymisen vähenemiseen. Toisaalta taas happamuutta paremmin kestävä lajit saattavat esiintyä aiempaa runsaampana. Myös fosfori aiheuttaa, jopa typpeä tehokkaammin, rehevöitymistä vesistöissä. (Hakala ja Välimäki 2003, 52, 70, 80–81; Rockström et al. 2009, 474.)

## 2.3 Kansallisen kestävyden mittaaminen

WWF on Living Planet –raportissaan (2010, 36-39.) tutkinut eri maiden ekologistia jalanjälkiä. Raportissa on huomioitu hiilijalanjäljen lisäksi laiduntaminen, metsät, kalastus, suot ja rakennettu maaperä. Tulokseksi saatu kokonaisjalanjälki on jaettu maiden asukasluvulla, jolloin on saatu listattua maat järjestykseen niiden yhtä ihmistä vastaavan ekologisen jalanjäljen perusteella. Suurimmat jalanjäljet ovat Yhdistyneillä Arabiemiirikunnilla ja Yhdysvalloilla. Myös Suomi on listalla suurimpien jalanjälkien joukossa sijalla 12.

On kuitenkin huomattava, että ekologista jalanjälkeä mitattaessa maat ovat olosuhteidensa vuoksi varsin erilaisissa asemissa. Suomessa esimerkiksi rakennusten lämmityskulut ja pitkät kuljetusmatkat markkinoille kasvattavat jalanjälkeä. Nämä tekijät vaikuttavat Suomessa jalanjälkeen huomattavasti enemmän kuin lämpimämmissä ja toisiaan lähempänä olevissa Keski-Euroopan maissa. Lisäksi Suomen teollisuus on rakenteeltaan hyvin vientivoittoista. Kun vuonna 2010 teollisuuden osuus sähkönkulutuksesta oli 47 prosenttia, sitoutui tästä jopa yli 80 prosenttia vientituotteiden valmistukseen. Täten koko maan sähköstä käytetään vientituotteiden valmistukseen yli 40 prosenttia. (TEK ja UIL 2011, 10.) Henkilöä kohden lasketut päästöt eivät siis kohtele maita täysin tasapuolisesti.

Toisaalta Yalen ja Columbian yliopistojen maailman talousfoorumille laatimassa ympäristön kestävyden indeksissä (ESI – Environmental Sustainability Index) Suomi on sijoittunut ensimmäiseksi vuosina 2001, 2002 ja 2005. ESI vertailee eri maiden kykyä suojella ympäristöä tulevana vuosikymmeninä. Nykyisin ESI:ä ei enää päivitetä vaan on siirrytty ympäristön toimintakyvyn indeksiin (EPI - Environmental Performance Index), joka kuvaa maiden ympäristöpolitiikan tehokkuutta. EPI tarkastelee kahta suurta kokonaisuutta: ihmisiin kohdistuvien haitallisten ympäristövaikutusten vähentämistä sekä luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja ekosysteemien elinkelpoisuuden vahvistamista. Indeksissä on huomioitu useita eri indikaattoreita, jotka on poimittu laajasta otoksesta tieteellistä kirjallisuutta. EPI-

listauksessa Suomi sijoittui vuonna 2010 sijalle 12. (ESI 2005, 1; Kestävän kehityksen indikaattorit 2009, 8; EPI 2010, 8-9.)

Jos ekologisuutta verrattaisiin teollisuusaloittain, saattaisi Suomi pärjätä tietyillä aloilla erittäin hyvin. Esimerkiksi verrattaessa Suomen metsäteollisuutta maailmanlaajuisesti muuhun metsäteollisuuteen, on Suomen metsäteollisuus hyvinkin energiatehokasta ja ympäristöystävällistä. Tämän kaltaiset asiat tulisi ekologista kestävyttä mitattaessa ottaa huomioon sekä käyttää riittävästi indikaattoreita. Indikaattorien käyttöön ja tulkintaan tarvittaisiin myös tietynkaltaista varovaisuutta. (Kekkonen 2011.) Yksi mittari ei ehkä pysty mittaamaan kestävästä kehityksestä kokonaisvaltaisesti vaan tarvitaan erilaisia mittaristoja. Suomi on ollut mukana kansainvälisessä yhteistyössä kehittämässä kestävä kehityksen mittaristoa. Tätä yhteistyötä Suomen tulisi jatkaa ja osallistua siihen aktiivisesti. (Noponen 2011.)

## **2.4 Kestävyyden ja talouskasvun suhde**

Ekologisuuden ja talouden välisen yhteyden tarkastelua hankaloittavat yhteiskunnan monimutkaiset järjestelmät ja niiden juurtuneisuus vähintään yhtä monimutkaiseen luonnon järjestelmiin. Koska näin kompleksisen kokonaisuuden hahmottaminen on hankalaa, tulee tutkittavaa aluetta rajata käyttökelpoisten tulosten saamiseksi. (Boons ja Wagner 2009, 1908.) Tässä työssä keskitytään yleisesti kansallisen järjestelmän tasoon ja rajauksen ulkopuolelle jätetään muun muassa yksittäisen yrityksen kilpailukyvyn muodostuminen.

Boonsin ja Wagnerin (2009, 1909; 1913–1914) mielestä suurin haaste ekologisuuden ja talouden keskinäisen suhteen tulkitsemisessa on tulkita kansainvälisiä taloudellisia yhteyksiä oikein, sillä lisääntynyt globalisaatio voi muuten vääristää tuloksia. He esittelevät artikkelissaan useita käsityksiä aiheesta ja päätyvät mm. seuraavanlaisiin tuloksiin: ymmärtääkseen talouden ja ekologisuuden yhteyttä kansallisella tasolla, tulee ymmärtää kansallisen järjestelmän muitakin tasoja aina yrityksistä markkinoiden toimintaan. Toisena tuloksena he esittävät, että kestävä innovaatiot ovat usein järjestelmällisiä, mikä vaatii ns. tuotanto- ja kulutustasolla

muidenkin kuin innovoijatahon huomioimista. Tuotanto- ja kulutustasolla he tarkoittavat elinkaarianalyysiin perustuvaa tuoteketjua tai sen osaa.

Kestävän kehityksen käsitteessä sanan kehitys voidaan olettaa käsittävän sosiaalisia ja taloudellisia parannuksia, joihin ei välttämättä sisälly talouskasvua. Painotus ei ole talouskasvulla vaan enemmänkin hyvinvoinnin kohentumisella. Ekologisuuden ja talouden kasvun välisestä suhteesta on tehty useita tutkimuksia ja kehitelty hypoteeseja. Tutkimustulokset ovat hyvin vaihtelevia ja tuloksiksi on saatu jopa täysin vastakkaisia väitteitä. Huomattavissa onkin kaksi hyvin erilaista käsitystä, jotka antavat varsin erilaisen näkökulman aiheeseen. Niin sanotusti perinteisemmän, uusklassisen, näkemyksen mukaan ympäristöä koskevilla säädöksillä asetetaan saastuttavat yritykset vastuuseen, jolloin säädökset tuovat ylimääräisiä kustannuksia. Revisionistisessa suhtautumistavassa kestävyuden ja kilpailukyvyn suhde nähdään dynaamisempänä. Käsityksen mukaan paremmin ympäristöä huomioiva toiminta voi johtaa pienempiin tuotantokuluihin ja lisätä kilpailukykyä tehokkuuden, tuottavuuden ja uusien markkinamahdollisuuksien avulla. (Diesendorf 2000, 4; Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 2-3.)

WWF:n Living Planet –raportissa (2010, 97.) kestävänsä eli ns. vihreän talouden toteutumattomuus nähdään hallinnon epäonnistumisena. He kuitenkin uskovat, että muutosta on syntymässä, kun kaukonäköiset hallitukset huomaavat kestävyuden mukanaan tuomat mahdollisuudet sekä kilpailukyvyllisesti että yhteiskunnallisen vaurauden luojana. Yritysten tulisi tukea näitä hallinnon toimia muun muassa tekemällä yhteistyötä ja sitoutumalla vapaaehtoisin toimiin. Kansallisen uudistuksen lisäksi raportissa peräänkuulutetaan myös kansainvälistä yhteistyötä, jonka avulla pystyttäisiin paremmin vastaamaan globaaleihin haasteisiin.

### 3 KESTÄVÄ INNOVOINTI

Ennen kestävän innovoinnin määrittelyä tulee ymmärtää, mitä innovaatiot ovat. Varsin perinteisesti määriteltynä innovaatio on kaupallisesti kannattavasti hyödynnetty tai hyödynnettävissä oleva uusi idea. Kaupallisen menestyksen mittaaminen voi tosin joissakin tapauksissa olla hankalaa. Innovointi ei ole pelkästään tuotekehityksen tehostamista vaan se tulisi nykyään nähdä kokonaisvaltaisena innovaatiojohtamisena. Innovaatiotoiminnan muutoksen vuoksi onkin innovaatiolle omaksuttu aiempaa laajempi käsite. Uuden käsityksen mukaan innovaatiolla tarkoitetaan esimerkiksi tieteellisestä tutkimuksesta, teknologiasta ja liiketoimintamalleista syntyvää hyödynnettyä kilpailuetua. (Apilo et al 2005, 22; Työ- ja elinkeinoministeriön kysyntäinnovaatiot –ryhmä 2010, 11-12.)

Perinteinen innovaatioprosessi on teknologian kehityksen ajama. Perinteisessä mallissa esiintyy neljä peräkkäistä vaihetta: tieteellinen havainto, teknologinen keksintö, liiketaloudellinen innovaatio ja innovaation levittäminen yhteiskuntaan. Prosessin tuloksena syntyy innovaatio, joka voi olla inkrementaali, radikaali tai näiden välimuoto. Inkrementaalilla innovaatiolla tarkoitetaan innovaatiota, joka on jokin lisäarvoa tuova muutos johonkin jo olemassa olevaan, esimerkiksi tuotteeseen tai prosessiin. Radikaali innovaatio sitä vastoin on täysin uusi ratkaisu, joka voi täysin korvata esimerkiksi aikaisemmin olemassa olleen tuotteen tai tuotteen osan, tai jopa kokonaisen järjestelmän. (Verloop 2004, 12; Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 10.)

Erilaiset innovaatiotyypit voidaan jakaa esimerkiksi seuraaviin ryhmiin (Rennings 2000, 322.):

- Prosessi-innovaatio: jokin tietty lopputuote (aineellinen tuote tai palvelu) tuotetaan aiempaa pienemmällä syötteellä
- Tuote-innovaatio: parannus olemassa olevaan tuotteeseen/palveluun tai uuden tuotteen kehittäminen
- Organisaatio-innovaatio: uudet johtamismuodot kuten laatujohtaminen

Työ- ja elinkeinoministeriön (Innovaatio 2011.) mukaan innovaatio on osaamisesta syntynyt liiketoimintaa, yhteiskuntaa ja hyvinvointia hyödyttävä kilpailuetu. Ministeriö myös jaottelee innovaatiot Renningsiä yksityiskohtaisemmin. Innovaatio voi ministeriön mukaan olla:

- uusi tieto, osaaminen, teknologia
- uusi tuote, tekninen ratkaisu, tuotantoprosessi
- uusi asiantuntijapalvelu
- uusi muotoilu tai brändi
- uusi liiketoimintamalli, arvoketju tai –verkosto
- uusi työtapa, organisaatio- tai johtamismalli
- uudella tavalla toteutettu julkinen palvelu.

Koska suuret yhteiskunnalliset haasteet, kuten ilmastonmuutos, koskevat kaikkia maita, tulevat ne ohjaamaan lähivuosien kansallisia ja kansainvälisiä tutkimus- ja innovaatiopolitiikan painotuksia (Tutkimus- ja innovaationeuvosto 2010, 22). Hautamäki (2008, 19) määrittelee kestäväksi innovoinniksi innovaatioprosessia ja siitä syntyviä innovaatioita, joissa huomioidaan niiden pitkäaikaiset vaikutukset ihmisiin, yhteiskuntaan, talouteen ja ympäristöön. Hautamäki laskee yritysten ja organisaatioiden prosessi-, tuote- ja palveluinnovaatioiden lisäksi kestävänsä innovoinnin piiriin kuuluviksi myös yhteiskunnalliset innovaatiot, joiden vaikutusta kansakunnan menestykseen hän pitää usein jopa merkittävämpänä kuin teknologisten innovaatioiden.

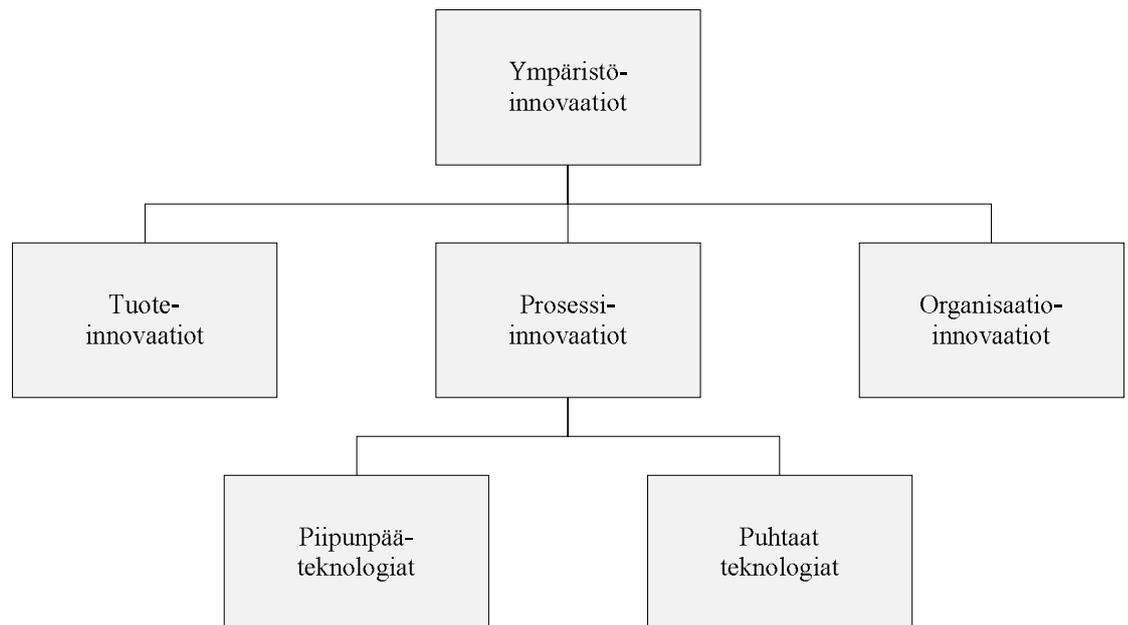
Perinteistä innovaatiotoimintaa kuvaavana kaavana voidaan pitää seuraavaa: innovaatio -> tuottavuus -> kasvu. Jotta innovointi muuttuisi kestävämmäksi, tulee tätä kaavaa pohtia uudelleen. Innovaatioiden tulee ennen kaikkea tukea ihmisten kehitystä ja hyvinvointia maailmanlaajuisesti. Tämän saavuttamiseksi tulee resurssien käyttöä muuntaa kestävämmäksi eli kestävästi reprodusoida kaikkia resursseja. Reprodusointi tarkoittaa tässä yhteydessä resurssien käyttämistä niin, että ne ovat käytettävissä myös myöhemmin. Tällöin kestävänsä innovoinnin kaavaksi saadaan: innovaatio -> reprodusointi -> hyvinvointi. (Hautamäki 2010, 22.)

Kestävässä innovoinnissa on lopulta kyse teknologian, liiketoiminnan ja yhteiskunnan tasapainosta. Saavuttamalla tasapaino pystytään luomaan uusia mahdollisuuksia nykyhetken asiakkaille riskeeraamatta tulevaisuuden mahdollisuuksia. Kestävän innovoinnin voidaan nähdä lähtevän käyntiin, kun yhteiskunta alkaa omaksua tai kehittää uusia arvoja ja syrjiä tietynlaisia tuotteita. Tämän muutoksen kanssa samanaikaisesti on jo ryhdytty teknologian keinoin luomaan uusiin arvoihin sopivia tuotteita, joita yritykset sitten hyödyntävät liiketoiminnassaan. (Verloop 2004, 124–125.)

Kuten jo aiemmin todettiin, olisi innovaatiotoimintaa aiheellista vahvistaa kestävä kehityksen toteutumiseksi. Sen lisäksi että innovaatiotoiminta on tärkeä strategian osa kestävässä kehityksessä, on sillä myös suuri rooli kansallisessa ja kansainvälisessä talouspolitiikassa (Rennings 2000, 321).

### **3.1 Ympäristöinnovaatio**

Koska tässä työssä keskitytään ekologiseen kestävyyteen, voidaan kestäviä innovaatioita tarkastella spesifimmin ympäristöinnovaationa. Ympäristöinnovaatioita voidaan kutsua myös ekoinnovaatioiksi tai vihreiksi innovaatioiksi. Aiemmin työssä esiteltiin innovaatiolajien jako kolmeen eri ryhmään. Saman ryhmäjaon perusteella Rennings et al. (2006, 47) ovat määritelleet erilaiset ympäristöinnovaatiotyypit. Innovaatiotyypit on esitelty kuvassa 2.

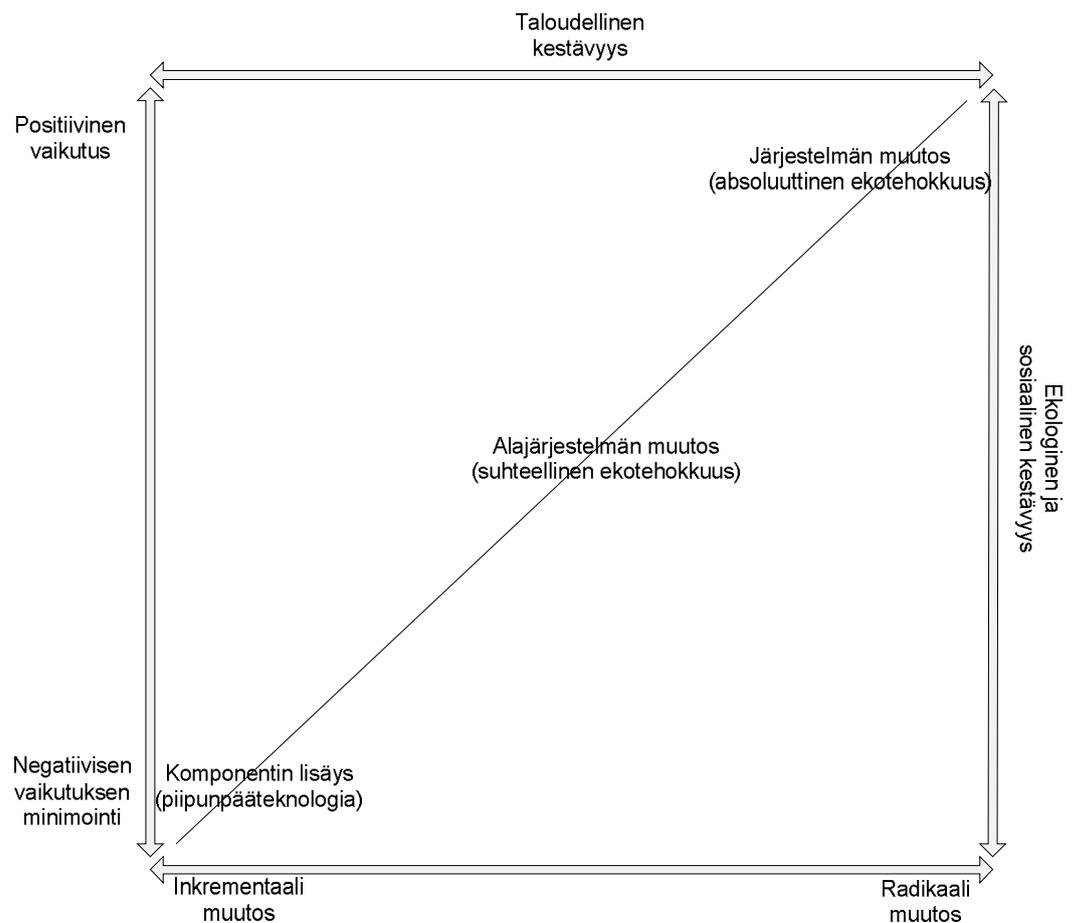


**Kuva 2.** Ympäristöinnovaatiotyypit (Rennings et al. 2006, 47.)

Ympäristöinnovaatiot voidaan siis jakaa kolmeen eri ryhmään: ympäristönsuojelliset tuote-, prosessi- ja organisatoriset innovaatiot. Prosessi-innovaatiot jakaantuvat lisäksi nk. piipunpääteknologioihin ja puhtaamman teknologian innovaatioihin. Piipunpääteknologiat ovat prosessiin lisättäviä vaiheita kuten suodatusjärjestelmiä, jotka auttavat vastaamaan ympäristönsuojellisiin vaatimuksiin. Puhtaamman teknologian innovaatiot ovat innovaatioita, jotka vähentävät prosessien haitallisia vaikutuksia. Näitä innovaatioita ovat esimerkiksi materiaalien kierrätys tai vaihto ympäristöystävällisemmäksi ja polttokammion mallin muutos. (Rennings et al. 2006, 47–48.)

Ympäristöinnovaatioiden tunnistaminen voi olla hankalaa, sillä mikään teknologia ei ole nollassa ympäristövaikutuksiltaan. Usein uusilla teknologioilla voi olla erilaisia vaikutuksia useilla eri osa-alueilla ja onkin vaikea mitata ja vertailla, mikä lopulta on kokonaisvaikutus ympäristöä kohtaan. Joillekin haittavaikutuksille on asetettu vaatimustasoja, mutta näihin vaatimuksiin vastaaminen ei automaattisesti tarkoita, että innovaatio olisi niin sanottu vihreä innovaatio. (Vorleep 2004, 131.) Positiivisille ympäristövaikutuksille voikin eritellä kaksi eri näkökulmaa: negatiivisten vaikutusten minimointi ja positiivisten vaikutusten synnyttäminen. Negatiivisten vaikutusten minimoinnissa tarkastellaan mahdollisuutta ihmisten

aiheuttamien vaikutusten, kuten maanviljelyn vaikutusten, pienentämiseen. Positiivisten vaikutusten synnyttämiseksi ihmisten aiheuttamat negatiiviset ympäristövaikutukset nähdään virheinä, jotka tulee korjata. (Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 11.) Ottaen huomioon nämä kaksi näkökulmaa sekä aiemmin mainitut inkrementaalinen ja radikaalin innovaation käsitteet, voidaan ympäristöinnovaatiot luokitella kuvan 3 mukaisesti.



**Kuva 3.** Ympäristöinnovaatioiden luokittelu vaikutusten ja uutuusasteen mukaisesti (Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 12.)

Kuvan 3 esille tuomassa näkemyksessä ympäristöinnovaatioiden erilaisista vaikutustasoista pyritään komponentin lisäyksellä minimoimaan ja korjaamaan negatiivisia ympäristövaikutuksia ilman ongelman aiheuttaman varsinaisen prosessin tai järjestelmän muuttamista. Jos innovaatio on lisäkomponentti olemassa olevaan järjestelmään, viitataan siihen usein piipunpääteknologiana. Piipunpääteknologia tuo todennäköisesti mukanaan ylimääräisiä kustannuksia ja ratkaisee vain osan

ongelmasta, sillä ne eivät varsinaisesti vaikuta ongelman aiheuttajaan. (Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 11-12.)

Alajärjestelmän muutoksien tavoitteena on parantaa ympäristöllistä suorituskkyä vähentämällä negatiivisia vaikutuksia tuottamalla tuotteita ja palveluita aiempaa vähemmän jätettä tuottaen ja resursseja käyttäen. Näiden muutosten voidaan katsoa olevan suhteellisesti ekotehokkaita. Esimerkkinä tällaisesta muutoksesta voidaan pitää autojen polttoaineen kulutuksen pienenemistä. Samalla kuitenkin autojen määrä on jatkuvasti lisääntynyt, jolloin negatiivisten ympäristövaikutusten määrä on yhä lisääntynyt. Vaikka alajärjestelmän muutoksin voidaan päästä merkittäviinkin tuloksiin, eivät ne vielä tuo parasta mahdollista vaikutusta kestävyyyteen pyrittäessä. (Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 13.)

Absoluuttiseen ekotehokkuuteen päästäisiin kokonaisjärjestelmän muutoksin. Tällaisissa innovaatioissa on otettu huomioon järjestelmän positiiviset sekä negatiiviset vaikutukset ympäristöön. Järjestelmän muutos –innovaatiot pyritään sopeuttamaan mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittavaksi muun muassa käyttämällä vähän kuormittavia ja myrkyttömiä materiaaleja. Tarkoituksena on myös, että tuotteet pystytään käytön jälkeen hyödyntämään uudelleen mahdollisimman hyvin. Järjestelmän muutoksilla päästään parhaaseen lopputulokseen niin ekologisen, sosiaalisen kuin taloudellisenkin kestävyuden kannalta. (Carrillo-Hermosilla et al. 2009, 14.)

Vihreiden tuoteinnovaatioiden kehittäminen ja markkinointi tuo mukanaan haasteita ja riskejä. Yksi suurimmista haasteista on lisääntynyt julkisen silmälläpidon kohteena oleminen. Toinen haaste on asiakkaiden asenteiden muokkaaminen niin, että he olisivat valmiita ostamaan ympäristöystävällisiä tuotteita, jotka pahimmassa tapauksessa maksavat normaalia enemmän. Lisäksi nk. vihreät liikeideat ja yritykset pohjautuvat usein odotukseen siitä, että toimintaa tuetaan hallinnollisin keinoin, jolloin yritykset ovat hyvin haavoittuvia. (Dangelico ja Pujari 2010, 481.)

Noponen (2011) on seurannut puhtaan teknologian kehitystä noin kymmenen vuoden ajan. Hänen mukaansa riskipääoman sijoittaminen kestävän teknologian ja kestävän kehityksen alueille on kasvanut koko tämän ajan. Kasvu on tapahtunut osin julkisten tukien ansiosta, mutta kasvua on ollut havaittavissa myös sellaisissa maissa, joissa julkista tukea ei ole. Liikeideat eivät siis tämän perusteella pohjautuisi aina odotukseen toiminnan tukemisesta, vaan luottamuksesta siihen, että kestävyiden avulla tullaan saamaan suuria taloudellisia hyötyjä.

Myös asiakkaiden asenteet ovat jo muuttumassa. Maailma on pikkuhiljaa havahdumassa siihen, että siirtyminen kestäväan kehitykseen on välttämätöntä. Tällä hetkellä maksuhalukkuus kestävydestä ei ehkä ole vielä yhtä suuri kuin tahtotila, mutta tulee kuitenkin kasvamaan. Voi myös käydä niin, ettei kestävä tuote enää olekaan ekologiselta kannalta huonompaa tuotetta kalliimpi. (Noponen 2011.) Varsinkin kehittyneimmissä maissa osataan jo arvostaa ekologista kestävyttä ja panostaa siihen. Tämä ei kiinnosta vielä kaikkia, mutta tulee tulevaisuudessa olemaan yhä enemmän huomattavissa. (Kempainen 2011.) Myös Kekkonen (2011) on sitä mieltä, että kestävyiden ideologisuus tulee mahdollisesti näkymään teknologian kehityksessä tulevaisuudessa, mutta nykyhetkessä kehitystä ohjaavat eniten pakko ja kannusteet.

### **3.2 Innovoinnin uudet ajurit**

Uudella teknologialla on aina ollut, ja tulee todennäköisesti jatkossakin olemaan, tärkeä asema uusien innovaatioiden tuottamisprosessissa. Sen asema tulee kuitenkin muuttumaan ajurista innovaatioiden mahdollistajaksi ja näkemys teknologiasta ainoana ratkaisuna kestävyteen vanhentuu. Teknologia ei yksinään riitä, vaan myös yhteiskunnan ja talousjärjestelmän kaikkien puolien tulee antaa panoksensa kestävyiden parantamiseksi. Innovaatiotoiminta onkin viime aikoina monimuotoistunut ja laajentunut perinteisten alueiden ulkopuolelle. Tulevaisuudessa innovaatiotoiminnan odotetaan tarjoavan ratkaisuja yhteiskunnallisiin haasteisiin kuten hyvinvoinnin ylläpitämiseen, ilmastonmuutokseen ja energiankulutuksen vähentämiseen. Innovaatioiden ajureiden voidaankin katsoa muuttuneen, ja näiden

ajureiden merkityksen kasvavan, lopulta jopa merkittävämmiksi kuin uusi teknologia. Tämä johtuu esimerkiksi globalisaation ja tietotekniikan mukanaan tuomasta maailman avoimuudesta: kuka tahansa mistä tahansa voi olla potentiaalinen asiakas. Globaalin avoimuuden vuoksi on innovaatioiden käyttäjälähtöisyys muodostunut tärkeämmäksi tekijäksi. (Verloop 2004, 122; Rosted et al. 2009, 8-9; Työ- ja elinkeinoministeriön kysyntäinnovaatiot –ryhmä 2010, 11.)

Rosted et al. (2009, 9-10) ovat määritelleet innovaatiolle neljä uutta ajuria, jotka tulevat muuttamaan innovointia. Ne edustavat uusia suuntauksia tai alueita, joilla uusia asioita ilmaantuu. Yhä useammat yritykset ovat reagoineet liike-elämän muuttuviin oloihin ja ryhtyneet innovoimaan uusin tavoin eli muuttaneet strategioitaan ja liiketoimintamallejaan. Mikään yritys ei Rosted et al:n mukaan tule vastaamaan kaikkiin uusiin innovaatioajureihin, mutta pysyäkseen innovatiivisina ja kilpailukykyisinä heidän tulee ottaa ne huomioon tavalla tai toisella. Nämä neljä ajuria ovat:

- 1) Arvon luominen asiakkaiden kanssa ja tiedonhankinta asiakkaasta
- 2) Maailmanlaajuisen tiedon hankinta ja yhteistyöverkostot
- 3) Globaalit haasteet
- 4) Julkisen sektorin haasteet.

Näistä ekologisen kestävyuden kannalta merkittävin on globaalien haasteiden –ajuri. Yritykset tulevat Rosted et al:n (2009, 11.) mukaan huomaamaan esimerkiksi ilmastonmuutoksen ja puhtaan veden tuottamisen tarpeiden luovan uusia markkinoita, joihin vastaaminen luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Toistaiseksi nämä haasteet on nähty enemmänkin poliittisina kuin liike-elämän haasteina.

Globaalien haasteiden –ajurin taustalla on yksi ekologiseen kestävyteen liittyvä periaate: ympäristöongelmat luovat uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja tulevat näin osaltaan ohjaamaan innovaatiotoimintaa. Lisääntynyt tietoisuus ympäristön asettamista haasteista on luonut kysyntää ympäristöystävällisille tuotteille ja muodostanut uusia markkinoita. Ongelmat voidaan siis nähdä uusien liiketoimintakon-

septien luojina ja näin ollen yritykset voivatkin hyödyntää uusia mahdollisuuksia kehittämällä ympäristöystävällisiä tuotteita kannattavasti. Yritykset miettivät myös ympäristövastuutaan aiempaa laajemmin, johtuen osittain asiakkaiden ja osakkeenomistajien ympäristötietoisuuden lisääntymisen aiheuttamista vaatimuksista. (Rosted et al. 2009, 43–44.)

Tällaisista ajureista puhutaan kysyntä- ja käyttäjälähtöisyytenä. Varsinkin kysyntälähtöisellä innovaatiotoiminnalla, jolla pyritään politiikan keinoin vahvistamaan innovaatioiden kysyntää ja lisäämään niiden käyttöönottoa, vastataan yhteiskunnallisiin haasteisiin, kuten ilmastonmuutokseen, energian saatavuuteen ja ympäristön huomioimiseen. Kysyntää voidaan lisätä esimerkiksi rahoituksellisilla kannustimilla, kuten kysyntälähtöisen toiminnan rahoituksella tai verotuksella. Myös julkisen sektorin esimerkki muille toimijoille ympäristömyönteisten innovaatioiden hankkijana voi olla huomattava kysynnän lisääjä. Käyttäjälähtöisyyden taustalla on näkemys yritysten menestyksen rakentumisesta yhä enemmän käyttäjien varaan. (Innovaatiot.) Uudet innovaatiot on helpompi saada kaupallistettua, jos ne on alun perinkin räätälöity käyttäjien tarpeita vastaaviksi. Esimerkiksi juuri käyttäjien ympäristövaatimusten muuttuessa voi yhteistyö innovaatiotoiminnassa auttaa tuottajaa paljon.

Myös Suomen innovaatiojärjestelmän kansainvälisen arvioinnin tuloksissa ja suosituksissa on innovaatiotoiminnan merkittäväksi uudeksi ajuriksi tunnistettu nopeasti kasvava ympäristö- ja energiateknologiatuotteiden ja palveluiden kysyntä sekä näiden teknologioiden kehittämiseen liittyvät tutkimuspanokset. Arvioinnin tulosten perusteella suositellaan ympäristö- ja energiateknologioiden kehittämiseen sekä niiden markkinoiden ja kaupallistamismahdollisuuksien tutkimiseen lisättävän tuntuvasti julkisia tutkimuspanostuksia. (TEM 2009.)

Dangelicon ja Pujarin (2010, 480–481.) tekemässä tutkimuksessa tunnistettiin ajureita erityisesti tuote- ja prosessiympäristöinnovaatioille. Näitä ajureita ovat odotus ns. vihreiden markkinoiden kasvusta ja tätä myöten tuoton kasvusta sekä toiveet yrityskuvan parantamisesta. Lisäksi vaikuttimena kestävään innovointiin

voi olla ekologisen vastuun tunnistaminen. On huomattava, että samanaikaisesti ajureina voi toimia useampikin edellä mainituista.

### **3.3 Kestävää innovointia koskevat ohjelmat**

Samoin kuin kestäväälle kehitykselle on olemassa erilaisia strategioita, on myös kestäväälle innovoinnille toimintaa ohjaavia ehdotuksia. Näitä ovat esimerkiksi Euroopan unionin ympäristöteknologioita koskeva toimintasuunnitelma ja Suomen kestävä kulutuksen ja tuotannon ohjelmaehdotus.

#### **3.3.1 Kestävän kulutuksen ja tuotannon ohjelmaehdotus**

Vuonna 2003 Suomen ympäristöministeriö ja kauppa- ja teollisuusministeriö asettivat toimikunnan laatimaan kansallista kestävä kulutuksen ja tuotannon ohjelmaehdotusta (KULTU-ohjelma) vastaamaan hiilidioksidipäästöjen, kulutettujen luonnonvarojen ja jätemäärien haasteisiin. Ohjelman tavoitteena on materiaalien ja energiankäytön tehokkuuden lisääminen. Yhtenä ohjelman osana on ympäristöteknologiaan perustuvan tuotannon ja osaamisen edistäminen. Ohjelman vision mukaan Suomen talous pohjautuu tulevaisuudessa sellaisiin tuotantosuuntiin, jotka lisäävät sekä Suomen kansallista varallisuutta että ihmisten hyvinvointia, mutta eivät vähennä luonnon monimuotoisuutta tai ylitä luonnonjärjestelmien kantokykyä. Tähän päämäärään pyrkiminen, esimerkiksi ympäristöteknologian ja ekotehokkaiden innovaatioiden avulla, synnyttää uusia liiketoimintamahdollisuuksia aloilla, jotka luovat hyvinvointia ja ympäristöinnovaatioita. Visio ulottuu vuoteen 2025 asti. (Kultu-toimikunta 2006, 12–14.)

Ohjelmassa siis todetaan, että kestävyuden toteutumiseksi on panostettava teknologiaan ja innovaatioihin. Haasteisiin vastaaminen ei ole mahdollista ainoastaan nykyteknologian hyödyntämisellä, vaan tarvitaan edistysellisempää teknologiaa ja energia- ja materiaalitehokkuutta edistäviä innovaatioita. Teknologian lisäksi tarvitaan tehokkaampia ohjauskeinoja, kestäviä tuote-palvelujärjestelmiä, sosiaali-

sia innovaatioita sekä teknologian ja palvelujen kehittämiseksi toimivia verkostoja tai yhteisöjä. (Kultu-toimikunta 2006, 30.)

Visiona on, että Suomi olisi tulevaisuudessa ympäristöteknologian ja ekotehokkaiden palveluinnovaatioiden kärkimaa, jossa innovoinnin edellytykset olisivat kaikin puolin hyvät. Yhteiskunnan ohjauskeinot olisivat kehittyneempiä tarjoten nykyistä pysyvämpiä kannustimia innovointiin ja ekotehokkaan teknologian edistymiseen sekä kestävien käyttäytymismallien muodostumiseen. Tämän toteutumiseksi tulisi teknologian ja tuotepalvelukonseptien kehittämisestä vastaavien organisaatioiden ja tutkimusten rahoittajien suunnata tutkimusrahoitusta kestävää kulutusta ja tuotantoa edistäviin toimiin. (Kultu-toimikunta 2006, 30.)

KULTU-ohjelmaehdotuksessa on myös esitetty erilaisia toimenpide-ehdotuksia näiden visioiden tavoittamiseksi. Toimenpide-ehdotuksena on mm. ympäristöteknologioiden ja ekotehokkaiden innovaatioiden edistäminen yhteisörahoituksella, kilpailukyky- ja innovaatio-ohjelman sekä rakennerahastojen kautta. Lisäksi tulisi tunnistaa Suomen ympäristöteknologian vahvat osaamisalueet ja suunnata rahoitusta pitkäjänteisesti niiden kehittämiseen ja markkinoille pääsemiseen. Myös lähialueilla ja kehitysmaissa tulisi edistää ilmastonmuutosta hidastavia innovaatioita. (Kultu-toimikunta 2006, 31.)

Vuonna 2007 tehdyssä väliraportissa tutkittiin, kuinka ohjelma on lähtenyt toteutumaan. Ohjelman teemaa pidettiin ajankohtaisena ja tärkeänä, mutta sitä tulisi kehittää vahvemaksi. Hallinnolta toivottiin ohjelmaan selkeämpää roolinottoa ja yleisestikin nähtiin ohjelman tarvitsevan parempaa koordinoitua. Ohjelmaa arvosteltiin muun muassa selkeiden tavoitteiden, rahoituksen ja priorisoinnin puutteesta. Väliraportin tuloksista saatiin selville, että ympäristöteknologia tarvitsee yhä lisää huomiota. Tämä oli hieman yllättävääkin, sillä ympäristöteknologialla on ollut suuri rooli sekä KULTU-ohjelmassa että Vanhasen toisen hallituksen ohjelmassa. (Huvila 2007, 7; 27–28.)

### 3.3.2 Euroopan unionin suuntaukset

Euroopan unionin seitsemännen puiteohjelman (2007–2013) keskeisiin tavoitteisiin kuuluu nostaa Eurooppa johtoasemaan maailmassa tieteen ja teknologian aloilla. Ympäristöön liittyvänä ensisijaisena haasteena on ympäristöteknologioiden kehittäminen. Tähän haasteeseen pyritään vastaamaan esimerkiksi Euroopan unionin vuonna 2004 julkaistun ympäristöteknologioita koskevan toimintasuunnitelman (Environmental Technologies Action Plan – ETAP) avulla. (Seitsemäs puiteohjelma 2010.) Suunnitelmalla on tärkeä osa EU:n kestävän kehityksen strategian täytäntöönpanossa ja sen tavoitteena on käyttää hyväksi teknologioiden kaikki mahdollisuudet luonnonvaroihin kohdistuvien paineiden vähentämiseksi, talouskasvun edistämiseksi ja Euroopan kansalaisten elämänlaadun parantamiseksi. Suunnitelman taustalla on ajatus siitä, ettei kaikkia teknologisia mahdollisuuksia ympäristön tilan parantamiseksi ja kilpailukyvyyn sekä kasvun edistämiseksi ole vielä hyödynnetty. Toimintasuunnitelmassa esitellään joukko toimenpiteitä näiden tavoitteiden täyttämiseksi teknologian keinoin. (Euroopan yhteisöjen komissio 2004, 1–3.)

Toimenpide-ehdotukset voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: tekniikoiden saaminen tutkimuksesta markkinoille, markkinaolosuhteiden parantaminen ja maailmanlaajuinen vaikuttaminen. Tekniikoiden tutkimuksesta markkinoille saanti on tärkeää, sillä nykyinen käytössä oleva teknologia ei pitkällä aikavälillä riitä turvaamaan kestävästä kehitystä lisääntyvän kysynnän vuoksi. Toimenpide-ehdotukset tämän prosessin turvaamiseksi liittyvät esimerkiksi tutkimustoiminnan resurssien lisäämiseen, yhteistyötä lisäävien teknologia-alustojen perustamiseen sekä ympäristöteknologian objektiivisen suorituskykymittauksen kehittämiseen. (Euroopan yhteisöjen komissio 2004, 8–13.)

Markkinaolosuhteiden vuoksi kaikki olemassa olevat, mahdollisesti merkittävätkin, ympäristötekniikat eivät ole käytössä. Tähän on syynä muun muassa pitäytyminen aiemmissa tekniikoissa, hinnoittelu, rahoituksen saamisen vaikeus sekä kuluttajien ja ostajien tietämättömyys. Markkinaolosuhteiden parantamiseksi on

toimintasuunnitelmassa ehdotettu keinoiksi esimerkiksi ympäristönsuojellisten tavoitteiden asettamista teknologialle, lisäinvestointeja ympäristöteknologiaan esimerkiksi kaupallistamisen helpottamiseksi sekä kannustimien, kuten verokannustimien, käyttöönottoa. Myös julkisten hankintojen parempi keskittäminen ympäristöteknologioihin edistäisi niiden laajempaa käyttöönottoa. Lisäksi ympäristöteknologioiden käyttöä tulisi tukea yhteiskunnassa ja kouluttaa sekä yrityksiä että kuluttajia huomaamaan ympäristöteknologioiden olemassaolo ja hyödyt. (Euroopan yhteisöjen komissio 2004, 14–19.)

Ekologisen kestävyuden kannalta ei riitä, että ympäristöteknologioiden käyttöönottoa laajennetaan vain Euroopassa vaan on vaikutettava myös maailmanlaajuisesti. Erityisesti kehitysmaissa talouden kehittyessä on tärkeää puuttua tuotantotoiminnan ympäristövaikutuksiin. Keinoina maailmanlaajuiseen vaikuttamiseen toimintasuunnitelmassa ehdotetaan maiden välisiä yhteistyösopimuksia ja kehitysyhteistyötä ympäristöteknologian siirron ja käyttöönoton tukemiseksi kehitysmaissa. Tätä toimintaa tulisi kehittää niin viranomaistasolla kuin yksityiselläkin sektorilla. (Euroopan yhteisöjen komissio 2004, 24–27.)

### **3.4 Kestävän innovoinnin vaikutus kansalliseen kilpailukykyyn**

Suomen kansallisessa kestävä kehityksen strategiassa on yhdeksi tavoitteeksi kansallisen kilpailukykyyn säilyttämiseksi asetettu sellaisten toimien edistäminen, joilla teollisuus pystyy uudistumaan ja tuottamaan kestävä kehityksen mukaisia innovaatioita ja liiketoimintaa. Strategiassa luotetaan tämän muun muassa vahvistavan suomalaisen teollisuuden menestymistä ja edesauttavan korkean osaamis- ja pääoman pysymistä Suomessa. (Suomen kestävä kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä 2006, 109.)

Suomen kilpailuetua maailmantaloudessa voidaan parantaa monipuolisella ja vahvalla osaamisella. Osaaminen lisää yritysten kilpailukykyä ja kasvua vaikuttaen kansantalouteen ja sitä kautta hyvinvoinnin ylläpitämiseen. Kilpailuetua syntyy osaamisesta tieteessä, teknologiassa, liiketoimintamalleissa, palveluratkaisuissa,

muotoilussa sekä tavoissa organisoida työtä ja tuotantoa. Osaavilla ihmisillä ja hyvällä innovaatioyhteistyöllä on myös tärkeä osansa innovaatioiden synnyttämisessä. Innovaatioiden sisällöt hyödyttävät useita eri tieteenaloja, kuten liiketalous-, terveys- ja sosiaalitieteitä, ja vaikuttavat positiivisesti hyvinvointiin. (Innovaatiot 2011.)

Kestävän kehityksen indikaattorien päivitysraportissa (2009, 49) todetaan tutkimuksella ja tuotekehityksellä olevan suuri vaikutus kansantalouden kasvuun ja yritysten menestymiseen. Sen takia sekä Suomessa että muissa teollisuusmaissa on tutkimukseen ja tuotekehitykseen panostamisesta tullut yksi tärkeimmistä keinoista kilpailukyvyn parantamista tavoiteltaessa. Tutkimus- ja kehittämismenot (t&k-menot) kasvoivat Suomessa huomattavasti aina 2000-luvun alkupuolelle saakka, minkä jälkeen ne ovat vakiintuneet noin 3,5 prosenttiin bruttokansantuotteesta. Tämä osuus on ollut pitkään EU-maiden toiseksi korkein Ruotsin jälkeen. Tutkimus- ja innovaationeuvoston (ent. tiede- ja teknologianeuvosto) mukaan Suomessa on hallituksen päätöksestä asetettu tavoitteeksi vuoteen 2010 mennessä saavuttaa t&k-toiminnalle neljän prosentin osuus bruttokansantuotteesta. (The Science and Technology Policy Council of Finland 2006, 54). Aivan näin korkeaan prosenttiin ei kuitenkaan ole päästy.

Ekologisesti kestävät ratkaisut vaativat usein osaamista ja korkeaa teknologiaa. Suomessa ekologisuuden trendi voidaankin nähdä mahdollisuutena ja yritykset, kuten esimerkiksi Outotec, ovat tätä jo hyödyntäneet. Kun tietoisuus ekologisen kestävyuden tärkeydestä on lisääntynyt, ei kestävyys ole talouskasvun este vaan Suomen näkökulmasta jopa hyöty. (Kekkonen 2011.)

Kestävä teknologia ja kestävyyyteen tähtäävä teknologia tulevat kasvamaan. Voidaan olettaa, että edelläkävijäyritykset tällä alalla, jotka varhaisessa vaiheessa panostavat kestävyteen, tulevat menestymään. Tätä kautta kestävä kehitys ja talouskasvu voivat toteutua yhtäaikaaisesti. Taloudellisen kasvun ja ekologisen kestävyuden laajempi yhteinen toteutuminen vaatii kuitenkin radikaaleja päätöksiä ja uskallusta. (Nojonen 2011.)

## 4 SUOMEN INNOVAATIOJÄRJESTELMÄ

Innovaatioprosessiin vaikuttavat monet eri tekijät ja prosessi voi olla hyvin pitkäkestoinen. Prosessin monimutkaisuuden vuoksi yritykset harvoin pyrkivät tuottamaan innovaatioita täysin yksin vaan tekevät yhteistyötä muiden organisaatioiden kanssa esimerkiksi taidon, tiedon ja muiden resurssien kasvattamiseksi. Empiiriset tutkimuksetkin ovat osoittaneet suurimman osan innovaatioista syntyvän vuorovaikutteisissa prosesseissa yhdessä eri yritysten ja muiden organisaatioiden kanssa. (Taloustieto Oy 2009, 13, 15.) Innovaatiojärjestelmä on näistä eri toimijoista muodostettu verkosto, jonka tarkoituksena on edistää innovaatioiden syntymistä ja niiden markkinoille saantia. Suomen innovaatiojärjestelmän rakenne ja tärkeimmät toimijat on esitelty seuraavissa alaluvuissa.

Käsite kansallisesta innovaatiojärjestelmästä syntyi 1980-luvun loppupuolella. Järjestelmän rakenne perustuu ajatukseen, että tutkimuksen tavoitteena on aina innovaatio ja innovaatiota tuottava taho on osa isompaa järjestelmää, johon kuuluu lisäksi hallinnon toimijoita, yliopistoja, teollisuuden toimijoita sekä näiden toimintaympäristö. Innovaatiojärjestelmän toiminnassa on isossa roolissa toimijoiden välinen vuorovaikutus. (Godin 2009, 476.) Suomi omaksui ensimmäisten maiden joukossa kansallisen innovaatiojärjestelmän teknologia- ja innovaatiopoliittikkansa taustalle. Suomen järjestelmässä on keskitytty aina vahvasti alueelliseen kehittämiseen, ja pääoman tarjoajien kirjo innovaatiotoiminnassa on laaja. (Roos et al. 2005, 6-7.)

Suomessa kiinnitetään paljon huomiota alueelliseen kehittämiseen, sillä innovaatioiden on huomattu syntyvän usein varsin käytäntölähtöisesti ja erilaisissa innovaatioympäristöissä. Tällaista innovaatiotoimintaa saadaan vahvistettua esimerkiksi juuri alueellisten innovaatiojärjestelmien toimintatapoja kehittämällä. Alueellinen potentiaali nähdään tiede- ja teknologialähtöistä kehittämistoimintaa tukevana, sillä alueiden toimintatapojen ollessa kunnossa saadaan tutkimustulokset todennäköisemmin mukaan koko Suomen innovaatiotoimintaan. Eri alueiden vahvuuksien tunnistaminen auttaa synnyttämään yhteistyötä eri maakuntien välille

ja helpottamaan innovointia. Jos joltakin alueelta puuttuu osaamista ja tietoa tietyn teeman ympäriltä, voivat maakunnan toimijat hyödyntää toisessa maakunnassa olevaa osaamis pohjaa sen sijaan, että rakentaisivat oman koulutus- ja tutkimusjärjestelmän itse. Tällaisella yhteistyöllä Suomi pienenä avoimena taloutena voi vastata paremmin kansainväliseen kilpailuun. (Harmaakorpi, Hermans, Uotila 2010, 7, 9.)

Suomen innovaatiojärjestelmää voidaankin pitää suhteellisen hyvin menestyneenä. Muun muassa maailman talousfoorumien tutkimuksen mukaan Suomessa on yksi maailman innovatiivisimmista liiketoimintaympäristöistä. Tässä globaalia kilpailukykyä mittaavassa tutkimuksessa Suomi sijoittui vuonna 2010 sijalle 7. Suomen vahvuudet ovat erityisesti koulutuksen ja innovaatiotoiminnan alueilla, kun taas heikkouksina nähdään rajoittava työlainsäädäntö ja verotuksen mukanaan tuomat ongelmat. Myös Euroopan unionin innovatiivisuusvertailussa Suomi on ollut usein kärkimaiden joukossa ja vuoden 2010 vertailussa sijoittui kolmanneksi Ruotsin ja Tanskan jälkeen. (Hautamäki 2010, 38; Innovation Union Scoreboard 2010; Schwab 2010, 156.)

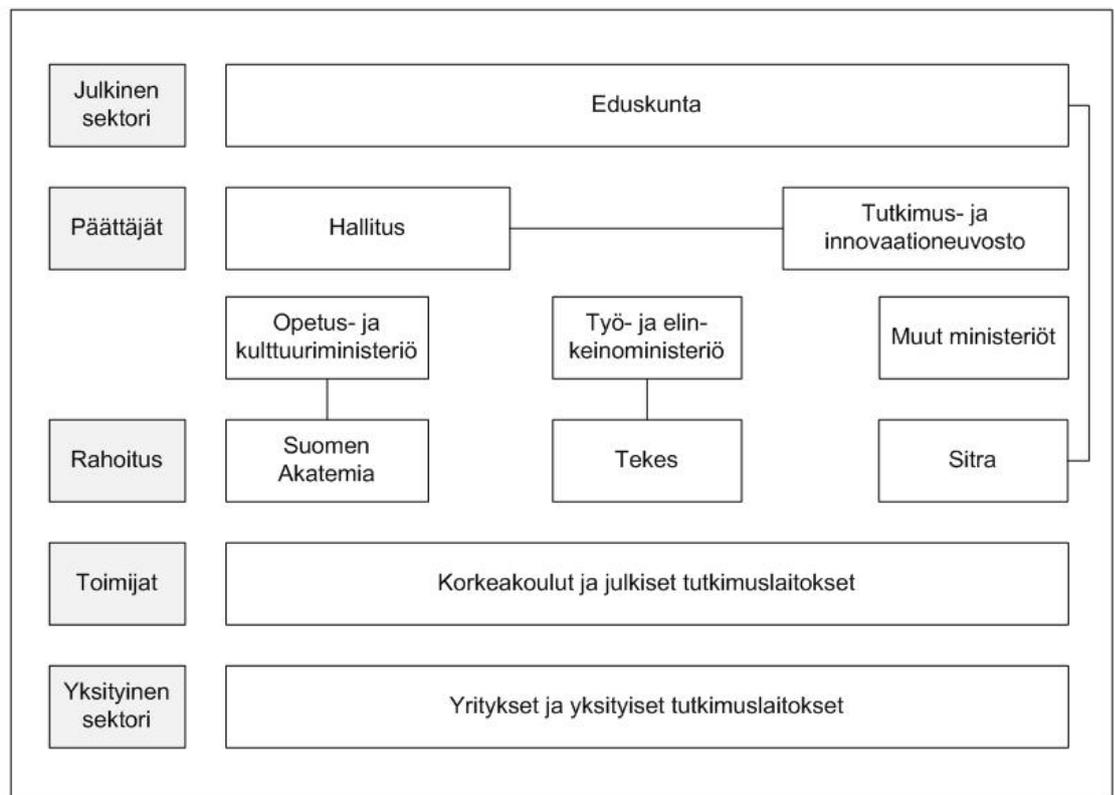
Tiedon ja osaamisen merkitys kehityksen tärkeimpinä tekijöinä ja kilpailuvaltteina on kasvanut. Myös kansainvälisyys on tärkeää ja sen oletetaan toteutuvan läpi järjestelmän. Globalisaatio sekä talouden että teknologian parissa, ja sen myötä nopea kansainvälinen muutos, vaikuttaa elinkeinorakenteisiin, liiketoimintamalleihin ja osaamisvaatimukseen niin kansallisella kuin aluetasollakin. Tämän vuoksi alueellisten järjestelmien ja kansallisen innovaatiojärjestelmän toimivuus ja tehokkuus ovat tärkeässä roolissa taloudellisen kasvun ja sosiaalisen hyvinvoinnin luomisessa. (Seppälä, 2006.)

#### **4.1 Järjestelmän rakenne**

Suomen innovaatiojärjestelmä muodostuu uuden tiedon ja osaamisen tuottajista, niiden hyödyntäjistä sekä näiden välisistä vuorovaikutussuhteista. Innovaatiojärjestelmässä ovat keskeisessä roolissa koulutus, tutkimus, tuotekehitys ja tietoin-

tensiivinen yritystoiminta. (Seppälä, 2006.) Julkisen sektorin toimenpiteet vaikuttavat innovaatioympäristön toimivuuteen sekä innovaatiotoiminnan edellytyksiin ja kannusteisiin. Julkisten toimijoiden on tehtävä yhteistyötä, jotta laaja-alaista innovaatiopolitiikkaa on mahdollista toteuttaa. (Innovaatiot 2011.)

Kuvassa 4 on nähtävissä Suomen innovaatiojärjestelmän rakenne. Järjestelmä voidaan jakaa julkiseen sektoriin, päättäjiin, rahoituksen ohjaajiin, toimijoihin ja yksityiseen sektoriin. Julkinen sektori muodostuu eduskunnasta. Valtioneuvosto, tutkimus- ja innovaationeuvosto ja ministeriöt kuuluvat päättäjien ryhmään. Rahoituksen ohjaamisesta huolehtivat Suomen Akatemia, Tekes ja Sitra. Tutkimusta tuottavat korkeakoulut ja julkiset tutkimuslaitokset sekä yksityisellä sektorilla yksityiset tutkimuslaitokset sekä yritykset.



**Kuva 4.** Suomen innovaatiojärjestelmän rakenne ja toimijat (Seppälä 2006).

#### 4.1.1 Päätäjät

Tutkimus- ja innovaationeuvosto on tärkeä elin Suomen innovaatiojärjestelmässä. Neuvoston puheenjohtajana toimii pääministeri. Tutkimus- ja innovaationeuvosto on valtioneuvoston ja sen ministeriöiden asiantuntijaelin. Sen tehtävänä on neuvoa hallitusta ja ministeriöitä asioissa, jotka koskevat tutkimusta, teknologiaa ja innovaatioita sekä niiden hyödyntämistä ja arviointia. Tästä suoriutuakseen tulee neuvoston seurata ja arvioida tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan kotimaista ja kansainvälistä tilaa ja kehitystä. Seurannan avulla neuvosto voi valmistella valtioneuvostolle ehdotuksia ja suunnitelmia, yhteensovittaa valtioneuvoston toimintaa alallaan sekä käsitellä valmistavasti julkiseen tutkimus- ja innovaatorahoituksen kehittämiseen ja suuntaamiseen liittyviä asioita. Neuvosto määrittää suuntaaviivat tutkimuksen ja kehittämisen rahoitukselle. Lisäksi neuvosto tarjoaa foorumin poliittiselle keskustelulle ministeriöiden, teollisuuden, rahoittajien, liittojen, yliopistojen ja virkamiesten kesken. (Hautamäki 2010, 38; Nykyinen hallitus; Roos et al. 2005, 7-8.)

Opetus- ja kulttuuriministeriön (OKM) rooli innovaatiojärjestelmässä on tiedepolitiikan kehittäjänä. Kehitysalueita ovat opetus, tiede, kulttuuri, urheilu ja nuori-soasiat sekä kansainvälinen yhteistyö näillä alueilla. Tavoitteena on vahvistaa tietoa ja osaamista sekä Suomen tieteen kansainvälistä tasoa, vaikuttavuutta ja näkyvyyttä. Tavoitteita tuetaan rahoittamalla ja tukemalla korkeatasoista tutkimusta, jonka voidaan odottaa tuovan kansainvälistä menestystä. Vuoden 2010 painopistealueena kansainvälisyyden lisäksi oli tutkijankoulutuksen ja –uran kehittäminen, tutkimuksen laadun ja vaikuttavuuden vahvistaminen sekä tieteen ja yhteiskunnan vuorovaikutuksen lisääminen. (Hautamäki 2010, 38; Tiedepolitiikka.)

Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) toimialaan kuuluvat innovaatio- ja teknologiapolitiikka. Ministeriössä on oma innovaatio-osastonsa, joka vastaa innovaatiopolitiikan kehittämisestä, toteuttamisesta ja tuloksellisuudesta Suomessa. Sen pyrkimyksenä on edistää yritysten ja toimialojen kasvua, kansainvälistymistä ja

uudistumista sekä lisäksi innovaatiotoiminnan laaja-alaistumista niin julkisella kuin yksityiselläkin sektorilla. Lisäksi ministeriö on vastuussa työntekijöiden työllistyvyydestä ja alueellisesta kehityksestä osana maailmantaloutta. (Hautamäki 2010, 39; Yksiköt ja osastot 2011.)

#### **4.1.2 Rahoitus**

Suomen innovaatiojärjestelmän rahoitusta ohjaa kolme toimijaa: OKM:n alainen Suomen Akatemia, TEM:n alainen Tekes ja eduskunnan alla toimiva Sitra. Suomen Akatemia on Suomen perustutkimuksen päärahoittaja (Hautamäki 2010, 39). Tämän työn selkeyttämiseksi Suomen Akatemia nähdään ainoana perustutkimuksen rahoittajana, kun taas Tekes ja Sitra käsitellään ainoastaan soveltavan tutkimuksen tukijoina. Todellisuudessa raja ei kuitenkaan ole näin selkeä.

Suomen Akatemia pyrkii toiminnallaan edistämään tieteellistä tutkimusta ja sen hyödyntämistä sekä kehittämään kansainvälistä tieteellistä yhteistyötä. Lisäksi se toimii asiantuntijaelimenä tiedepolitiikan saralla ja myöntää määrärahoja tutkimukseen ja muuhun tieteen edistämiseen, kuten tutkijanurien tukemiseen. Tärkeimpiä yhteistyötahoja tutkimuksen kehittämiseksi ovat yliopistot. Rahoitusta suunnataan korkeatasoiseen ja tieteellisesti innovatiivisimpaan tutkimukseen. Tutkimusrahoituksen ja tiedepolitiikan tuloksellisuuteen ja vaikuttavuuteen Akatemia pyrkii vaikuttamaan painottamalla innovatiivisuuden lisäksi tieteidenvälisyyttä, myöntämällä erinomaisiksi arvioituille hankkeille rahoitusta ja edistämällä tutkijoiden ja tiedon käyttäjien vuorovaikutusta ja yhteistyötä. Toiminnallaan Suomen Akatemia pyrkii myös edistämään hyviä tieteellisiä käytäntöjä sekä vahvistamaan rahoittamansa tutkimuksen eettistä kestävyyttä. Suomen Akatemia vastaanottaa rahoitushakemuksia vuodessa noin 1,1 miljardin euron arvosta. Vuonna 2011 se tulee rahoittamaan tutkimusta noin 340 miljoonalla eurolla. (Suomen Akatemia 2011.)

Tekes, teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus, on työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalaan kuuluva asiantuntijaorganisaatio. Se toimii pääorganisaatio-

na teknologiapolitiikan täytäntöönpanossa. Tekes on julkisesti rahoitettu ja se rahoittaa tutkimusta, kehitystä ja innovaatioita Suomessa. Se rahoittaa ja aktivoi yritysten, yliopistojen, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten haastavia tutkimus- ja kehitysprojekteja sekä innovaatiotoimintaa. Projektirahoitukseen Tekesillä on käytettävissä vuosittain noin 600 miljoonaa euroa, joilla tuetaan yli 2000 t&k-projektia. Asiakkaina on vuosittain noin 3000 yritystä ja 50 yliopistoa, korkeakouluja ja tutkimuslaitosta. Toiminnalla pyritään edistämään kansainvälistä kilpailukykyä, kasvattamaan tuotantoa ja vientiä sekä luoda perustaa työllisyydelle ja yhteiskunnan hyvinvoinnille. Tekesillä onkin paljon asiantuntemusta kansainvälisen yhteistyön koordinoinnista tutkimuksen ja teknologioiden parissa. (Hautamäki 2010, 39; Tekes; Roos et al. 2005, 7.)

Sitra eli Suomen itsenäisyyden juhlarahasto on eduskunnan vastattavana oleva rahasto, jonka tehtävät on määritelty Suomen laissa. Sitran tavoitteena on edistää Suomen tasapainoista kehitystä, talouden kasvua ja kansainvälistä kilpailukykyä ja yhteistyötä. Näihin tavoitteisiin päästäkseen Sitran tulisi tukea sellaisten hankkeiden toteutumista, jotka tehostavat kansantalouden voimavarojen käyttöä, kohoittavat tutkimuksen ja koulutuksen tasoa tai selvittävät tulevaisuuden kehitysvaihtoehtoja. Tavoitteiden toteuttamiseksi rahasto voi muun muassa tehdä ja teettää tutkimuksia, myöntää lainoja, muuta rahoitusta, avustuksia, takauksia ja takuita sekä osallistua yhteistyöhankkeisiin tai omistaa osakkeita ja osuuksia yrityksissä. (L 24.8.1990/717.)

### **4.1.3 Tutkimus**

Suomen innovaatiojärjestelmän tutkimuksen tuottajiin kuuluvat korkeakoulut, julkiset ja yksityiset tutkimuslaitokset sekä yritykset. Useissa innovaatiojärjestelmän arvioinneissa ja tutkimuksissa yliopistojen kehittämistä on pidetty keskeisenä haasteena koko järjestelmän kannalta, sillä tietoyhteiskunnassa tieteellisellä tiedolla on yhä suurempi vaikutus. Yliopistojen roolina onkin tuottaa tieteellistä tietoa tutkimuksin ja opetusta niiden pohjalta, joista seuraa akateemisen työvoiman syntyminen työmarkkinoille, tieteellisiä julkaisuja sekä tutkimusyhteistyötä esi-

merkiksi yritysten kanssa. Suomen yliopistot tuottavat suhteessa valtion asukasmäärään paljon tieteellisiä julkaisuja: Suomen asukasmäärä on vain 0,09 prosenttia maailman asukasmäärästä, mutta tieteellisistä julkaisuista suomalaisia on 0,65 prosenttia ja sitaateista 1 prosentti. (Hautamäki 2010, 43, 54-56.)

Suomalaiset yliopistot eivät ole pärjänneet kansainvälisissä vertailuissa, mutta tutkimuksen ja opetuksen laadun vahvistamiseksi ja kansainvälisen kilpailukyvyn lisäämiseksi on kuitenkin lähivuosina tehty uudistuksia. Uudet korkeakoulurakenteet pyritään saamaan pääosin käyttöön vuonna 2012, mutta merkittävämpi uudistus on vuonna 2010 voimaan tullut uusi yliopistolaki.

Uusi yliopistolaki valmisteltiin tiiviissä yhteistyössä yliopistojen ja sidosryhmien kanssa. Uudistuksen tavoitteena on parantaa yliopistojen kansainvälisen toimintaympäristön toimintaedellytyksiä. 1.1.2010 täydessä laajuudessaan voimaan tullut laki toi yliopistoille taloudellisen ja hallinnollisen autonomian. Valtio turvaa yliopistoille indeksiin sidotun perusrahoituksen, mutta tavoitteena on, että yliopistot monipuolistavat rahoituspohjaansa ja kilpailevat kansainvälisistä tutkimusrahoituksista. Yliopistot voivat kohdentaa resurssejaan aiempaa enemmän huippu-tutkimukseen ja strategiaan painoaloihinsa ja vahvistaa tutkimus- ja opetustoimintansa laatua. Täten yliopistojen rooli innovaatiojärjestelmässä vahvistuu entisestään. (Yliopistolaitoksen uudistaminen.)

VTT on moniteknologinen, kansainvälisesti verkottunut ja Pohjoismaiden suurin soveltavaa tutkimusta tekevä voittoa tavoittelematon organisaatio. Se kuuluu työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalaan. Se tuottaa monipuolisia teknologia- ja tutkimuspalveluja, korkeatasoisia teknologisia ratkaisuja ja innovaatiopalveluja sekä kotimaisille että kansainvälisille asiakkailleen niin yritysmaailmassa kuin myös julkisella sektorilla. Osaamisalojaan yhdistämällä VTT auttaa asiakkaitaan luomaan uusia tuotteita, tuotantoprosesseja ja –menetelmiä sekä palveluja. Näin VTT sekä lisää asiakkaitensa kansainvälistä kilpailukykyä että yhteiskunnan hyvinvointia, työllisyyttä ja kestäväää kehitystä. (VTT.)

#### 4.1.4 Osaamiskeskittymät

Strategisen huippuosaamisen keskittymät (SHOK:t) luovat uudenlaisen ympäristön tutkimuksen tekoon ja hyödyntämiseen. Keskittymän toiminnasta vastaa osakeyhtiö, jonka osakkaita ovat aihealueen keskeiset yritykset, yliopistot ja tutkimuslaitokset. Keskittymät tarjoavat yliopistoille ja tutkimuslaitoksille mahdollisuuden pitkäjänteiseen tutkimus- ja kehitystyöhön sekä verkottumiseen muiden alan osaajien kanssa. Osallistumalla keskittymään yritykset pääsevät mukaan määrittelemään sen tutkimussuunnitelmaa ja saavat käyttöönsä yliopistojen ja tutkimuslaitosten osaamista, mikä nopeuttaa ja tehostaa innovaatiotoimintaa. Julkiset rahoittajat ovat sitoutuneet rahoittamaan keskittymiä. (Ohjelmat ja verkostot.)

Työ- ja elinkeinoministeriön koordinoimalla ja alueiden kehittämislain mukaisella osaamiskeskusohjelmalla pyritään suuntaamaan paikallisia, alueellisia ja kansallisia resursseja huippuosaamisen hyödyntämiseen. Osaamiskeskusohjelmaan kuuluu 22 osaamiskeskusta, jotka muodostavat osaamisalallaan tai useammalla eri alalla kansallisesti merkittävän ja korkeatasoisen osaamiskeskittymän. Ohjelman avulla tuetaan näiden osaamiskeskusten välistä yhteistyötä, mutta myös alueellisia vahvuuksia ja alueiden erikoistumista. Lähtökohtana on tutkimuslaitosten, korkeakoulujen, teknologiakeskusten, elinkeinoelämän ja eri rahoittajatahojen välinen yhteistyö valituilla aloilla. Yhteistyön toivotaan käynnistävän ja toteuttavan tutkimus-, koulutus ja kehittämishankkeita. Keskukset kokoavat yritysryhmiä ja tunnistavat näiden yritysten tarpeita, hyödyntävät ja jakavat uusinta tietoa ja valmistelevat yhteishankkeita. Osaamiskeskusohjelmaan kuuluu lisäksi 13 osaamisklusteria, joista kuhunkin kuuluu neljästä seitsemään alueellista osaamiskeskusta. Osaamisklusteri toimii yhteistyöfoorumina ja verkostona yhteisten päämäärien saavuttamiseksi. (Osaamiskeskittymät ja klusterit 2010; OSKE.)

## 4.2 Innovaatiojärjestelmän haasteita

Kuten kaikessa toiminnassa, tulee myös innovaatiojärjestelmässä käytäntöjä uudistaa jatkuvasti kilpailukyvyn säilyttämiseksi, johtuen muuttuvista tilanteista ja uusista haasteista. Taulukkoon 3 on koottu Suomen tiede- ja teknologianeuvoston linjaraportissa esitellyn Suomen innovaatiojärjestelmästä tehdyn SWOT-analyysin avulla tunnistettuja innovaatiojärjestelmän heikkouksia ja uhkia, joiden pohjalta tulevaisuuden toimia järjestelmän vahvistamiseksi voidaan suunnitella. Analyysissä esille tulleet uhat liittyvät pitkälti Suomen asemaan kansainvälisesti ja EU:n toimintaedellytyksiin ja säädöksiin. Lisäksi uhkana nähdään tekijöiden puuttuminen ja tämän myötä t&k-toiminnan hiipuminen sekä rahoituksen saamisen heikkeneminen. Tämän hetken heikkouksina pidetään esimerkiksi riippuvuutta globaaleista suhdanteista ja kansainvälisyyden vähäisyyttä. Lisäksi ongelmia nähdään houkuttelevuudessa ja spin-off ja kasvuorientoituneiden yritysten pienessä määrässä. (The Science and Technology Policy Council of Finland 2006, 59).

**Taulukko 3.** Suomen innovaatiojärjestelmän heikkoudet ja uhat (The Science and Technology Policy Council of Finland 2006, 59).

Heikkoudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riippuvuus globaaleista suhdanteista</li> <li>- Kaukainen sijainti</li> <li>- Houkuttelevuuden ja kasvun ongelmat</li> <li>- Kansainvälisyys uutta ja vähäistä</li> <li>- Rajalliset taloudelliset ja henkiset voimavarat</li> <li>- Ongelmat riskirahoituksessa</li> <li>- Markkinointi- ja liiketoimintaosaamisen ja tieto- ja innovaatiojohtamisen puutteet</li> <li>- Vähäinen spin-off yritysten määrä</li> <li>- Fragmentoitunut tutkimustoiminta</li> <li>- Ulkomaisten asiantuntijoiden, tutkijoiden ja opiskelijoiden pieni määrä</li> <li>- Uusien kasvuorientoituneiden yritysten pieni määrä</li> <li>- Yritysten tai niiden osien siirtyminen ulkomaille</li> <li>- Ulkomaisten suorien investointien vähäinen suuntautuminen Suomeen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kansainvälinen taloudellinen lama ja taantuminen</li> <li>- EU :n toimintaedellytykset heikkenevät</li> <li>- Fokus puuttuu</li> <li>- Pienet ikäluokat ja ikääntyminen</li> <li>- Kansalliset intressit ylipainottuvat kv. yhteistyössä</li> <li>- Osaamisen saatavuus riittämätöntä</li> <li>- Suomen rooli EU :ssa ja globaalissa yhteistyössä pienenee</li> <li>- Uusien t&amp;k-yritysten väheneminen</li> <li>- Julkisen t&amp;k-rahoituksen kehitys pysähtyy</li> <li>- Suomi ei houkuttele ulkomaisia suoria sijoituksia, t&amp;k-investointeja, asiantuntijoita, tutkijoita ja opiskelijoita</li> <li>- Säädosympäristö ei tue tutkimustulosten siirtymistä</li> <li>- Yritykset lisäävät osaamisintensiivisten toimien siirtoa ulkomaille</li> <li>- Tutkimuksen yhteys taloudelliseen kehitykseen, työllisyyteen, hyvinvointiin ja innovaatioihin heikkenee</li> <li>- Aivovienti kasvaa: osaaminen siirtyy ulkomaille</li> <li>- Yritysten t&amp;k-menot kääntyvät laskuun</li> </ul>

Talous ja teknologia globalisoituvat jatkuvasti. Globalisoitumisen mukanaan tuoma jatkuva kansainvälinen muutos vaikuttaa sekä kansallisella että aluetasolla. Vaikutukset näkyvät muun muassa elinkeinorakenteissa, yritysten liiketoimintamalleissa ja yhteiskunnan osaamisvaatimuksissa. Määrätietoinen tiedon ja osaamisen kehittäminen ja näiden nopea ja joustava hyväksikäytettävyys ovat keskeisiä edellytyksiä, jotta Suomen strategia tasapainoisen kestävä ja taloudellisen kehityksen toteutumisesta onnistuisi. Tiedon ja osaamisen korostuneen merkityksen vuoksi kansallisen innovaatiojärjestelmän merkitys on kasvanut taloudellisen

kasvun ja hyvinvoinnin mahdollistajana. Tässä muutoksessa Suomi on menestynyt hyvin ja siirtynyt esimerkiksi luonnonvaroihin perustuvasta taloudesta aiempaa vahvemmin tietoon nojautuvaan talouteen. Myös luonnonvaroihin perustuvissa toimialoissa tuotteet ja tuotantomenetelmät ovat muuttuneet tietointensiivisemmiksi. Tämä luo aiempaa paremmat mahdollisuudet vastata tulevaisuuden haasteisiin. (The Science and Technology Policy Council of Finland 2006, 53; Seppälä, 2006.)

Tiede- ja teknologianeuvoston kesällä 2006 julkaistussa linjaraportissa 'Tiede, teknologia, innovaatiot' on esitetty ohjelma, jossa esitetään tutkimus- ja innovaatiotoiminnan kehittämistavoitteita. Ohjelmassa on yhdistetty sisällölliset, rahoituskelliset ja rakenteelliset kehittämistavoitteet. Järjestelmän kehittämisen haasteina ovat toimintojen tärkeysjärjestykseen asettaminen, tutkimusorganisaatioiden sekä kansallinen että kansainvälinen kohdentaminen sekä ennakointiin tukeutuvan päätöksenteon kehittäminen. Näiden lisäksi innovaatiojärjestelmän haasteina voidaan nähdä tutkimuksen laatu, sen merkityksellisyys, tutkimustoiminnan pirstoutumisen vähentäminen, kansainvälistyminen ja yrittäjyyden esteet ja kannustimet. (Seppälä, 2006.)

## **5 EKOLOGINEN KESTÄVYYS SUOMEN INNOVAATIOJÄRJESTELMÄSSÄ**

Kuten aiemmin todettiin, on ekologista kestävyyttä hankalaa mitata kansallisella tasolla niin, että maita voisi vertailla keskenään. Esimerkiksi hiilijalanjälkeä laskettaessa ei oteta huomioon joidenkin maiden valmistavan teollisuuden olevan muita energiaintensiivisempää. Toisaalta verrattaessa Suomen metsäteollisuutta maailmanlaajuisesti metsäteollisuuteen, voivat Suomen ratkaisut alalla olla hyvin energiatehokkaita ja ympäristöystävällisiä. (Kekkonen 2011.) Kestävyyden mittaamiseen tarvittaneenkin useampia mittareita yhden sijaan, jotta saataisiin kokonaisvaltaisempi kuva tilanteesta. Suomen tulisi olla mukana kehittämässä näitä kansainvälisiä mittareita. (Noponen 2011.)

Vaikkei Suomen kestävyttä voidakaan selvittää mittaamalla, voidaan kuitenkin selvittää yleiskuva siitä, kuinka ekologinen kestävyys ja sen huomiointi ilmenee innovaatiojärjestelmän toimijoiden parissa. Ekologista kestävyttä huomioidaan Suomen innovaatiojärjestelmässä esimerkiksi eri ohjelmien ja rahoituksen kautta. Ekologisuutta ei välttämättä huomioida vielä niin hyvin kuin tulevaisuudessa pitäisi, mutta muutoksen tarve on kuitenkin huomattu. (Noponen 2011.)

Seuraavaksi tarkastellaan Suomen innovaatiojärjestelmässä toteutuneita ja tällä hetkellä toteutuvia ohjelmia sekä niiden projekteja. Tiedot on hankittu ohjelmien Internet-sivuilta. Jotta vertailu eri tutkimusohjelmien ja toimijoiden kesken onnistuisi paremmin, on projektit jaettu niiden sisällön mukaisesti eri aihealueisiin. (Liitteet 2-7)

### **5.1 Suomen Akatemian tutkimusohjelmat**

Suomen Akatemialla on tällä hetkellä käynnissä 10 eri tutkimusohjelmaa, joista ekologiseen kestävyteen liittyvät Ilmastonmuutos – vaikutukset ja hallinta - ja Kestävä energia -ohjelmat. Vuoteen 2010 käynnissä oli myös Kestävä tuotanto ja tuotteet. Tässä työssä esitellään tarkemmin nämä kolme ohjelmaa, mutta on kui-

tenkin hyvä huomata, että myös aiemmin päättyneiden ohjelmien joukossa on ekologisuuteen liittyviä toimintaohjelmia. Esimerkiksi vuosina 1997–2002 Suomen Akatemia toteutti Biodiversiteettitutkimusohjelma FIBRE:n, vuosina 2003–2005 Itämeri-tutkimusohjelma BIREME:n sekä Luonnonvarojen kestävä käyttö, SUNARE-ohjelman vuosina 2001–2004. (Tutkimusohjelmat.)

### **5.1.1 Ilmastonmuutos – vaikutukset ja hallinta**

Ilmastonmuutos – vaikutukset ja hallinta –ohjelman (FICCA, 2011-2014) periaatteena on tukea monitieteellistä tutkimusta, joka käsittelee ilmastonmuutokseen liittyvää aihetta sekä yhteiskunnallisista että luonnontieteellisistä keinoin. Ohjelmalla pyritään vastaamaan ilmastonmuutoksen tuomiin tieteellisiin haasteisiin ja se rahoittaa erityisesti ilmastonmuutostutkimusta, joka keskittyy ympäristön ja yhteiskunnan välisiin vuorovaikutuksiin. Ohjelman tavoitteina on muun muassa tuottaa tietoa ilmastonmuutoksesta, edistää yhteistyötä eri tieteenalojen välillä ja kansainvälisellä tasolla sekä tuottaa tietoa innovaatioiden synnyttämiseksi. (Ilmastonmuutos – vaikutukset ja hallinta.)

Ohjelmaan on järjestetty kaksi hakua, vuonna 2010 sekä 2011. Ensimmäisessä haussa keväällä 2010 rahoitettiin 11 hanketta 12 miljoonalla eurolla. Rahoitetut hankkeet kattavat laajasti eri tutkimusaloja. (Ilmastonmuutos – vaikutukset ja hallinta.) Hankkeet ovat liittyneet ilmastonmuutoksen vaikutuksiin, niihin sopeutumiseen sekä ilmastonmuutoksen hillitsemiseen liittyviin teknologioihin. (Liite 2)

### **5.1.2 Kestävä energia**

Kestävä energia (SusEn 2008–2011) –tutkimusohjelman teemoina ovat energiantuotannon uudet teknologiat, toimiva energiajärjestelmä ja energian käytön tehokkuus. Ympäristönäkökohdat sekä terveystekijät ovat lisäksi koko ohjelman läpikäyviä teemoja. Ohjelmassa keskitytään energiantuotannon ja –käytön raaka-aineiden, tekniikoiden ja prosessien tutkimiseen ja kehittämiseen. Lisäksi tarkoituksena olisi tarkastella näiden hallinnointiin tarkoitettujen järjestelmien ana-

lysointia. Tutkimusohjelman tavoitteita ovat mm. uuden tiedon tuottaminen energiateknologiasta, -järjestelemistä ja -tehokkuudesta, tutkimuksen ohjaaminen energia-alalla kestäviin ratkaisuihin sekä osaamisen kehittäminen energia-alan tulevaisuuden vaihtoehtojen hahmottamiseen ja ilmastonmuutoksen hillintään. (SusEn 2008–2011.)

Suomen Akatemia rahoittaa tutkimusohjelmaa 13,2 miljoonalla eurolla (SusEn 2008–2011). Ohjelmassa on ollut mukana 31 projektia. Projektien aiheiden hajonta on ollut suurta, mutta selkeästi suurimmaksi yksittäiseksi ryhmäksi nousee erilaiset biopolttoaineisiin liittyvät projektit. Lisäksi projektit ovat liittyneet muun muassa biomassoihin, aurinkokennoihin ja päästöjen mallintamiseen, vaikutuksiin ja vähentämiseen. (Liite 3)

### **5.1.3 Kestävä tuotanto ja tuotteet –tutkimusohjelma KETJU (2006-2010)**

Kestävä tuotanto ja tuotteet –tutkimusohjelma keskittyi kemiantekniikan sekä prosessi- ja tuotantotekniikan merkittäviin perustutkimuksellisiin haasteisiin. Ohjelman teema-alueina olivat teollinen ekologia, vihreä kemia ja tekniikka sekä kemikaalien testaus ja sääntely teollisessa tuotannossa. Ohjelman tavoitteet voi jakaa kolmeen eri ryhmään (KETJU 2006–2010):

- 1) prosessitekniikan ja kemian perustutkimuksen vahvistaminen
- 2) uuden tieteellisen tiedon tuottaminen
- 3) kestävää tuotantoa ja tuotteita edistävän tieteellisen osaamisen ja tutkimusympäristöjen vahvistaminen

Perustutkimuksen vahvistamisella pyrittiin tukemaan tulevaisuuden teollisuuden tutkimus- & kehitystoimintaa ja ohjaamaan tutkimusta tuotannon kestävien ratkaisujen kehittämiseen. Uutta tieteellistä tietoa haluttiin haitallisten aineiden riskien tunnistamisesta, arvioinnista ja hallinnasta, raaka-aineiden optimaalisesta hyötykäytöstä, jätteiden syntymisen minimoinnista sekä uusista tuote- ja tuotantoideoista. Kestävää tuotantoa ja tuotteita edistävällä tieteellisellä osaamisella haluttiin

luoda mahdollisuuksia uusien ekotehokkaiden prosessien ja tuotteiden kehittämiseksi ympäristönsuojelun ja kemikaaliturvallisuuden parissa. Tieteellistä osaamista pyrittiin vahvistamaan prosessi- ja kemiantekniikkaan perustuvien innovaatioiden ja osaamisen avulla. Ohjelmassa korostettiin sekä tieteiden välistä että kansainvälistä yhteistyötä. (KETJU 2006–2010.)

Ohjelmassa oli mukana yhteensä 25 projektia, joita rahoitettiin lähes 11 miljonnalla eurolla. Suurin osa ohjelman projekteista liittyi erilaisten prosessien suunnitteluun, joko täysin uusiin prosesseihin tai jo olemassa olevien prosessien parantamiseen. Useissa projekteissa oli tutkittu mahdollisuuksia hyödyntää hiilidioksidia tai prosessien sivuvirtoja ja jätteitä. (Liite 4)

## 5.2 Tekesin ohjelmat

Tekesin ohjelmat on suunnattu yrityksille ja julkisille tutkimusyksiköille. Ne ovat rahoitus- ja asiantuntijapalveluiden kokonaisuuksia, joita käynnistetään alueille, joiden haasteet on todettu tärkeimmiksi. Tekes rahoittaa ohjelmissaan projekteja, jotka auttavat ohjelmien tavoitteiden saavuttamisessa. Rahoituksen lisäksi osallistujat saavat mahdollisuuden myös verkostoitumiseen, uuden tiedon saamiseen sekä alansa kehityssuuntiin vaikuttamiseen. Pyrkimyksenä on Tekesin ohjelmien ja huippuosaamisen keskittymien tutkimusohjelmien hankkeiden toisiensa täydentäminen. (Ohjelmat ja verkostot.)

Tekesin ohjelmat energia ja ympäristö –toimialalla liittyvät joko puhtaaseen energian tuotantoon, energia- ja materiaalitehokkaisiin järjestelmiin tai raaka-aineiden kestävään käyttöön. Tällä hetkellä Tekesillä on käynnissä useita ekologiseen kestävyteen liittyviä ohjelmia. Ohjelmien avulla pyritään esimerkiksi synnyttämään uusia tuotteita, lisäämään ekotehokkuutta, saamaan käyttöön uudenlaisia prosesseja ja lisäämään suomalaisten toimijoiden kansainvälistä kilpailukykyä eri alueilla. (Ohjelmat ja verkostot.) Taulukossa 4 on lueteltu toimialan käynnissä olevat ohjelmat sekä niiden kestot ja laajuudet. Tarkastelun ulkopuolelle jätetään lyhyem-

män ajan käynnissä olleet ohjelmat, sillä tiedon määrä näistä ei ole vielä riittävää. Käsittelemättä jäävät siis ohjelmat Green Growth, Green Mining sekä Groove.

Ympäristöala ja ekologiset näkökohdat on Tekesin strategiassa tunnistettu alue. Tämän vuoksi on linjattu, että on mahdollista käynnistää myös toimenpiteitä, joissa pääasiallinen peruste toiminnan käynnistämiseksi ei ole taloudellinen vaan hyvinvointimotiivien synnyttämä. Lisäksi yksittäisissäkin rahoituspäätöksissä arvioidaan hankkeiden ympäristövaikutuksia. Taloudellisesti lupaavien hankkeiden kiinnostavuutta voi Tekesin kannalta vähentää hankkeen haitalliset ympäristövaikutukset, sillä tällöin hanke toimii yhtä Tekesin vaikuttavuustavoitetta vastaan. (Kempainen 2011.)

**Taulukko 4.** Tekesin käynnissä olevat ohjelmat Energia ja ympäristö –toimialalla. (BioRefine; Kestävä yhdyskunta; Ohjelmat ja verkostot.)

Ohjelma	Ohjelman kesto	Ohjelman laajuus [milj. €]
BioRefine	2007–2012	n. 200
Green Growth	2011–2015	79
Green Mining	2011–2016	60
Groove	2010–2014	-
Kestävä yhdyskunta	2007–2012	yli 100
Polttokennot	2007–2013	144
Rakennettu ympäristö	2009–2014	75
Symbio	2006–2011	80
Vesi	2008–2012	92

Ohjelman laajuus ei synny kokonaisuudessaan Tekesin rahoituksesta, vaan myös yritysten ja tutkimuslaitosten panostuksista. Tekes rahoittaa ohjelman koordinoimien ja noin puolet ohjelman tutkimus- ja kehitysprojektien kustannuksista. Esimerkiksi Rakennettu ympäristö –ohjelman 75 miljoonasta Tekes ilmoittaa osuudekseen noin 37 miljoonaa euroa. (Ohjelmat ja verkostot.)

Valtiontalouden tarkastusvirasto tutki viiden Tekesin energia- ja ilmastoteknologian ohjelmien tuloksia. Tutkimuksen mukaan tuet ilmasto- ja energiahankkeisiin ovat luoneet edellytyksiä ilmasto- ja energiapoliittisten tavoitteiden saavuttamiseen ja edistäneet alan liiketoimintaa, mutta eivät kuitenkaan merkittävästi. Tarkastusviraston tutkimuksessa syinä tähän pidetään esimerkiksi ohjelmien laajuut-

ta, pitkää kestoja, yleisluontoisuutta ja tarkkojen tavoitteiden puuttumista sekä ilmasto- ja energiapoliittisella että kaupallisella osa-alueella. Tekesin tuista huolimatta yrityshankkeiden tulokset jäivät niille asetetuista kaupallisista ja työpaikkatulostavoitteista eikä niitä voi pitää riittävinä käytetyn valtion tuen määrään nähden. On kuitenkin huomioitava, että kyseessä olevalla toimialalla innovaatioiden kaupallistaminen voi kestää useita vuosia sekä lisäksi tarkastelujaksolle sisältyi talouden lama. Tarkastusviraston mukaan tuelle tulisi voida asettaa ehtoja tavoitteiden saavuttamisen varmistamiseksi. Lisäksi tukia tulisi olla mahdollista periä takaisin, jos hankkeille asetettuja tavoitteita ei saavuteta. (Valtiontalouden tarkastusvirasto 2011.) Tekesin mukaan valtiontalouden tarkastusviraston raportti on kuitenkin puutteellinen ja antaa väärän kuvan ohjelmien vaikutuksista, sillä vaikutuksia ei ole mitattu tarpeeksi kattavasti eikä huomioitu pitkää aikajännettä. Esimerkiksi suurin osa uusista työpaikoista ja liikevaihdosta syntyy rahoitusta saaneiden yritysten yhteistyöverkostoissa ja osaaminen, joka lisääntyy yliopistojen ja tutkimuslaitosten tutkimuksin, edesauttaa myös muiden yritysten liikevaihtoa ja kasvua. (Uutiset 2011.)

### **5.2.1 BioRefine – Uudet biomassatuotteet 2007 - 2012**

BioRefine-ohjelma pyrkii edesauttamaan uusien biojalostamoihin ja biomassaan liittyvien innovatiivisten tuotteiden, teknologioiden ja palveluiden syntymistä. Lähtökohtina ohjelmalle ovat muun muassa bioenergian, biopoltoaineiden ja biomassapohjaisten kemikaalien, materiaalien ja kuitutuotteiden kysynnän kasvu, biomassaraaka-aineen saatavuus ja alaan liittyvien innovaatioiden ja osaamisen näkeminen potentiaalisena vahvuutena Suomelle. Ohjelman laajuudeksi vuoden 2012 loppuun mennessä on arvioitu noin 200 miljoonaa euroa, josta noin puolet tulisi Tekesin kautta. Marraskuussa 2011 mennessä yhteissumma oli jo 175 miljoonaa, josta noin 80 % oli suuntautunut yritysten ja 20 % tutkimuslaitosten hankekokonaisuuksiin. Ohjelmassa on mukana 23 hankekokonaisuutta, joihin osallistuu yhteensä 37 yritystä. Lisäksi on käynnistynyt 24 tutkimushankekokonaisuutta. Hankekokonaisuuksiin osallistuu lisäksi 16 tutkimuslaitosta. (BioRefine.)

Projekteissa kehityksen alla on esimerkiksi erilaiset biopolttoaineet kuten biodieselit puulähtöisistä raaka-aineista sekä uusista materiaaleista, bioöljyt lämmön- ja sähköntuotantoon ja bioetanoli jätteistä ja kuituaineista. Suurin osa ohjelman projekteista liittyy juuri biopolttoaineisiin, erityisesti biodieseliin. (Liite 5) Toiseksi suurin projektien suuntautumisalue on biokemikaalit ja niiden erottamistekniikat. Biokemikaaleista myös etsitään uusia pakkausmateriaaliratkaisuja ja tutkitaan mahdollisuuksia käyttää ligniiniä sidosaineena tai liima-aineena. Biopolttoaineiden ja –kemikaalien tutkimisen lisäksi projektit liittyvät esimerkiksi olemassa olevien prosessien uudistuksiin, alan liiketoimintamahdollisuuksien kehittämiseen ja tutkintaan sekä kansallisen ja kansainvälisen hallinnollisen yhteistyön tekemiseen. (BioRefine.)

### **5.2.2 Kestävä yhdyskunta 2007–2012**

Kestävä yhdyskunta –ohjelman on tarkoitus luoda uutta kestävää ja energiatehokasta liiketoimintaa alueiden ja rakennusten suunnittelussa, rakentamisessa, ylläpidossa ja korjaamisessa. Lisäksi tavoitteena on verkottaa eri osa-alueiden toimijoita keskenään, vahvistaa julkisen ja yksityisen sektorin vuorovaikutusta ja tehostaa teknologiaosaamisen muuttumista liiketoiminnaksi. Tulevaisuuden yhdyskunta nähdään kestäväenä ja tämä tarjoaa globaaleja liiketoimintamahdollisuuksia sekä mahdollisuuksia uusille palvelukonsepteille ja ansaintalogiikoille. (Kestävä yhdyskunta.)

Kestävässä yhdyskunnassa huomioidaan neljä eri osa-aluetta: hyvinvointi ja terveellisyys, yhdyskuntarakenne, rakennukset sekä energia ja ympäristö. Ekologisuus pyritään ottamaan huomioon maankäytössä ja liikkumismahdollisuuksien luomisessa, rakennusten energiatehokkuudessa ja materiaaleissa sekä energialähteiden valinnassa ja jätteiden käsittely- ja kierrätysmenetelmien rakentamisessa. Ohjelmassa on tähän mennessä ollut mukana reilut 150 projektia. Vuosien 2011–2012 haasteina nähdään muun muassa oikeasti vaikuttavien ja muutosta aikaansaavien hankkeiden toteutuminen sekä liian teknisen tarkastelutavan väistyminen

ja sen sijaan liiketoiminnan, toimintatapojen, palveluosaamisen ja sosiaalisten innovaatioiden kehittäminen. (Kestävä yhdyskunta.)

Valtaosa ohjelman projekteista on liittynyt rakentamiseen, kuten esimerkiksi aluerakentamiseen ja kiinteistöjen korjausrakentamiseen. Muita merkittäviä aihealueita ovat kaupunkien ja kuntien toimintojen suunnittelu ja yhdyskuntasuunnittelu sekä energiantuotanto ja –säästäminen. Myös valaistuksen energiatehokkaammaksi järjestämiseksi on toteutettu useita projekteja. Muut projektit ovat liittyneet esimerkiksi jätehuoltoon, liikenteen järjestämiseen sekä kasvihuonekaasuihin. (Liite 5)

### **5.2.3 Polttokennot 2007–2013**

Polttokennot-ohjelman tavoitteena on nostaa alan tutkimuksen tasoa ja luoda uutta liiketoimintaa. Liiketoiminnan luomisessa pyritään hyödyntämään polttokennoteknologian nopeaa soveltamista ja kansainvälistä yhteistyötä. Visiona on, että Suomen teollisuus kehittäisi polttokennoteknologiaan pohjautuvia tuotteita ja palveluja globaaleille markkinoille. Ohjelman painopistealueina ovat energiantuotannon kiinteät polttokennosovellukset, polttokennot työkoneiden voimanlähteinä sekä kannettavat polttokennosovellukset. Ohjelman laajuus on 144 miljoonaa euroa, josta Tekesin osuus on 50 miljoonaa. (Polttokennot.)

Polttokennot-ohjelmassa on ollut mukana yhteensä 60 projektia, joista puolet on yhä käynnissä. Ohjelman piirissä on yli 430 aktiivista osallistujaa ja yli 60 yritystä. Yksi kolmasosa projekteista on EU-hankkeita, joissa on mukana sekä yrityksiä että tutkimusorganisaatioita. Suomalaiset ovat alalla aktiivisia ja haluttuja tutkimuskumppaneita ja uusia EU-hankkeita onkin hyväksyntävaiheessa. Hankkeet ovat jo synnyttäneet tuloksia: Vaasan asuntomessualueella on toiminut jo vuodesta 2009 kaatopaikkakaasua polttoaineenaan käyttävä Wärtsilän voimalaitos, samana vuonna rakennettiin polttokennojärjestelmään perustuva teknologia-alusta trukkiin ja lisäksi raskaiden työkoneiden hybridisointi etenee kohti polttokennokäyttöisiä järjestelmiä. (Polttokennot.)

Yli puolet ohjelman projekteista on liittynyt polttokennoteknologian kehittämiseen. Erityisesti SOFC-polttokennoihin, joita edustaa myös aiemmin mainittu Wärtsilän voimalaitos. Myös panostus polttokennoja hyödyntävien työkoneiden kehittämiseksi on huomattavaa. Vedyn tuotanto ja jakelu polttoaineeksi on myös huomioitu hyvin. (Liite 5)

#### **5.2.4 Rakennettu ympäristö 2009–2014**

Rakennettu ympäristö –ohjelman taustalla on käyttäjälähtöisyys. Ohjelmassa pyritään siis huomioimaan käyttäjien tarpeet ja niiden asettamat vaatimukset rakennetun ympäristön toimivuudelle ja laadulle. Ohjelmassa otetaan huomioon infrastruktuurin, hyvinvointirakentamisen ja korjausrakentamisen sektorit. Tavoitteina on mm. lisätä suomalaisen rakennetun ympäristön houkuttelevuutta, uudistaa suomalaista rakentamiseen liittyvää palveluhankintaa, synnyttää palveluliiketoimintaa rakentamisen alueella ja vahvistaa alan toimijoiden osaamista, jotta alan suomalainen liiketoiminta pärjäisi myös kansainvälisillä markkinoilla. Ohjelman laajuus on 75 miljoonaa euroa, josta Tekesin osuus on noin 37 miljoonaa euroa. (Rakennettu ympäristö.)

Ohjelmassa on mukana 110 projektia. Projektien suuntauksissa on huomattavissa suurta hajontaa ja ohjelma siis tuottaa tutkimuksia hyvin laajalta alueelta. Huomattavissa on kuitenkin panostukset esimerkiksi aiemmin mainittuihin korjaus- ja hyvinvointirakentamiseen. Lisäksi rakennusalan yritykset pyrkivät kehittämään toimintaansa esimerkiksi kehittämällä uusia liiketoimintamalleja ja rakennusprosessin toimivuutta. (Liite 5)

#### **5.2.5 SymBio – Biotekniikasta tuotantoon 2006–2011**

SymBio – Biotekniikasta tuotantoon –ohjelman avulla on tarkoitus käyttää bioteknologiaa teollisen tuotannon uudistamiseen erilaisten ympäristöongelmien ratkaisemiseksi. Ohjelmassa edistetään bioteknologisten ratkaisujen siirtymistä käyttöön laajasti eri teollisuudenaloilla. Tavoitteena on parantaa teollisuuden ympäris-

töystävällisyyttä ja luoda ympäristöalalle uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Tähän pyritään luomalla bioteknologian avulla teollisuuden kilpailukykyisiä, laadukkaita ja taloudellisia prosesseja ja uusia tuotteita. Ohjelman laajuus vuosina 2006-2011 on 80 miljoonaa euroa. (SymBio.)

Suurin osa projekteista on liittynyt elintarviketeollisuuteen. (Liite 5) Nämä projektit ovat pitäneet sisällään mm. sivutuotevirtojen hyödyntämistä, uusien tuotteiden kehittämistä ja tuotantoprosessien kehittämistä. Yksi suurimmista painotusalueista on ollut biologinen puhdistaminen. Biologisen puhdistamisen alueeseen on liittynyt projekteja esimerkiksi pilaantuneen maan puhdistustekniikoista, jäteveden puhdistuksesta ja jätteiden hallinnasta. Myös lääketieteen ja -teollisuuden prosessien ja tuotteiden kehittämiseen on panostettu. (SymBio.)

#### **5.2.6 Vesi 2008–2012**

Vesi-ohjelman tarkoituksena on uudistaa vesisektorin liiketoimintaa Suomessa ja kansainvälisesti. Sektorin uudistamiseksi ohjelmassa keskitytään erityisesti nykyaikaisen teknologian hyödyntämiseen ja liiketoimintamallien, palvelukonseptien ja kokonaisratkaisujen innovointiin. Ohjelman painopistealueina ovat puhtaan veden laadunhallinta, tehokas vedenkäyttö ja vesiomaisuuden ja riskien hallinta. Näillä alueilla pyritään kansainvälistymiseen, uuden teknologian käyttöönottoon ja pilot-hankkeisiin. Ohjelman laajuus vuosina 2008-2012 on reilut 90 miljoonaa euroa, josta Tekesin osuus on 42 miljoonaa. (Vesi.)

Valtaosa ohjelman projekteista liittyy vedenkäsittelyyn, kuten talousvedenpuhdistukseen, jätevedenpuhdistukseen, paperiteollisuuden vedenkäsittelyyn tai muuhun vedenkäsittelyyn. (Liite 5) Huomattava osuus projekteista on myös keskittynyt veden laadun tai kulutuksen mittaus- ja monitorointilaitteistojen kehitykseen. Vesiin liittyvän liiketoiminnan kehittämisen osuus projekteista on myös suuri. Varsinkin kiinnostusta kansainväliseen liiketoimintaan on huomattavissa.

## 5.3 Sitran ohjelmat

Sitra pyrkii ohjelmiensa avulla vaikuttamaan Suomen kilpailukyvyn ja talouskasvun kannalta merkittäviin asioihin. Ohjelmat ovat määräaikaista ja ne muodostuvat erilaisista hankkeista ja toimenpiteistä, joilla pyritään toisia täydentävästi samaan päämäärään. Sitran ohjelmissa on kansallisten toimijoiden lisäksi mukana useampia painopistealueen kansainvälisiä toimijoita. Keinoina päämäärien saavuttamiseksi Sitra muun muassa rahoittaa tutkimuksia ja selvityksiä, tuo kokeiltavaksi uusia toimintamalleja ulkomailta ja tarjoaa kehitys- ja rahoituspalveluja yrityksille. (Ohjelmat 2011.)

### 5.3.1 Ympäristöohjelma

Vuosina 2005–2007 oli käynnissä Sitran Ympäristöohjelma, jonka tarkoituksena oli ympäristötekniikan ja –osaamisen liiketoiminnan kasvattaminen ja kansainvälistäminen. Ohjelman puitteissa tuettiin yrityksiä, jotka kehittävät ympäristöä vähemmän kuormittavaa teknologiaa. Lisäksi selvitettiin alan kasvunäkymiä kotimaassa, ja nämä tulokset toimitettiin eteenpäin elinkeinoelämän ja julkisen hallinnon edustajille. Sitran selvitysten mukaan ympäristöohjelma vastasi sekä sijoittajien että yritysten tarpeisiin ja alan liikevaihto oli jo vuonna 2006 kasvanut huomattavasti edellisvuodesta. Ympäristöohjelman päättymisen jälkeenkin Sitra on jatkanut alan toimijoiden tukemista sekä pääomasijoituksin että rahastosijoittajana. (Ympäristöohjelma.)

Hankkeet keskittyivät seuraaviin aloihin: teollisuuden puhtaat teknologiat, vesihuolto ja sanitaatio, ympäristöhallinnon ja instituutioiden kehittäminen, jätehuolto ja kierrätys, ilmastonmuutos ja uusiutuva energia ja ympäristömonitorointi ja –mittaus. Ohjelmassa toteutettiin 17 hanketta. (Ympäristöohjelma.) Suurin osa hankkeista liittyi ympäristöliiketoiminnan kehittämiseen Suomessa, mutta selvityksiä tehtiin myös kansainvälisten markkinoiden mahdollisuuksista. Lisäksi hankkeita tehtiin ympäristöalan ennakoinnista ja cleantech-alasta. (Liite 6) Sitran toimintakertomuksista poimittujen tietojen mukaan ympäristöohjelman kulut oli-

vat noin 2,5 miljoonaa euroa. Lisäksi ohjelman puitteissa tehtävään sijoitustoimintaan oli varattu noin 12 miljoonaa euroa. (Toimintakertomukset ja esitteet; Ympäristöohjelma.)

### **5.3.2 Energiaohjelma**

Tällä hetkellä Sitralla on käynnissä Energiaohjelma (2008–2012), joka keskittyy rakennetun ympäristön energiankäytön tehostamiseen, energian säästämiseen ja täten myös kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Tavoitteena on kannustaa suomalaisia energian säästämiseen ja täten edistää Suomen muutosta energiatehokkaammaksi yhteiskunnaksi, luoda alalla uusia markkinoita ja liiketoimintaa sekä pyrkiä pienentämään koko yhdyskuntasektorin energiankäyttöä ja kasvihuonekaasupäästöjä. (Energiaohjelma.)

Energiaohjelmassa on ollut tähän mennessä 32 hanketta, joista puolet on yhä käynnissä. Suuri osa hankkeista liittyy rakentamiseen, esimerkiksi joko kaupunkitai aluesuunnitteluun tai pientalojen rakentamiseen tai korjausrakentamiseen. (Liite 7) Mukana on paljon myös ihmisten neuvontaan ja energiankäytön vähentämiseen keskittyviä hankkeita. Lisäksi hankkeiden joukossa on tutkimuksia esimerkiksi talotekniikan koulutuksen nykytilasta ja toimintamallien kehittämisestä ihmisten energiankäyttötottumusten muuttamiseksi. Myös energiaohjelmaan sisältyy ympäristöohjelman tavoin pääomasijoitustoimintaa. Sitran sijoitustoiminnassa painopistealueita ovat energiatehokkuus, puhtaan energian tuotanto ja energian siirto, jakelu ja varastointi. Sitra toimii sijoitusten kohdeyrityksissä aktiivisena vähemmistöosakkaana. Ensisijoituksen koko on yleensä väliltä 0,5 – 2 miljoonaa euroa. (Energiaohjelma.) Tilinpäätöstietojen mukaan ohjelman kulut ovat vuosina 2008–2010 olleet noin 5,5 miljoonaa euroa. Tämä ei kuitenkaan kerro koko panostuksen määrää, sillä energiaohjelman puitteissa tehdyt sijoitukset ovat vielä asia erikseen. (Toimintakertomukset ja esitteet.)

## 5.4 SHOK: CLEEN Oy

Tällä hetkellä käynnissä olevia strategisen huippuosaamisen keskittymiä on kuusi. Näistä kaksi, Energia ja ympäristö sekä Rakennettu ympäristö, liittyvät muita enemmän ekologiseen kestävyyskeskittymään. Energia ja ympäristö –keskittymä, eli CLEEN Oy, pyrkii edistämään tutkimustoimintaa ja yhteistyötä, joka tukee energia- ja ympäristötoimialan yritysten liiketoimintaa ja kansainvälistä menestymistä. CLEEN Oy myös organisoii, koordinoi ja hallinnoi tutkimushankkeissa tapahtuvaa yhteistyötä ja sen rahoitusta. CLEEN OY:lla on 44 eri osakkeenomistajaa, joista 28 on yrityksiä ja 16 tutkimuslaitoksia ja yliopistoja. Tällä hetkellä keskittymällä on käynnissä neljä erilaista tutkimusohjelmaa. Ohjelmat ja niiden laajuudet on nähtävissä taulukossa 5. CLEEN Oy:n visio on, että energia- ja ympäristöteollisuus on Suomen johtava teollisuudenala vuonna 2050. (CLEEN Oy; Ohjelmat ja verkostot.)

**Taulukko 5.** CLEEN Oy:n käynnissä olevat tutkimusohjelmat. (CLEEN Oy.)

Ohjelma	Ohjelman kesto	Osallistujien lkm	Ohjelman laajuus [milj. €]
Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi	2011–2015	25	n. 3
Tulevaisuuden polttomoottorivoimalaitokset	2010–2013	16	n. 9
Ympäristön mittaus ja monitorointi	2010–2014	45	10
Älykkäät sähköverkot ja energia-markkinat	2010–2014	27	7,2

Ohjelmien tarkemmat keskittymisalueet ja tavoitteet on esitelty seuraavaksi.

### 5.4.1 Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi –ohjelman on tarkoitus kattaa talteenoton prosessit, hiilidioksidin prosessointi ja logistiikkajärjestelyt sekä varastointi ja luoda tähän sopivia konsepteja. Tarkoituksena on myös vahvistaa kansainvälisyyttä, jotta aktiivinen kansainvälinen yhteistyö alalla olisi mahdollista. Tavoitteena

ohjelmalla on siis kehittää hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin liittyviä teknologioita ja konsepteja, jotka voitaisiin ohjelman lopuksi toteuttaa pilot- ja demo-hankkeina ja mahdollisesti kaupallistaa suomalaista osaamista alalla noin vuodesta 2020 edespäin. Tavoitteena on myös luoda vahvaa tieteellistä osaamista hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin parissa. (CLEEN Oy.)

#### **5.4.2 Tulevaisuuden polttomoottorivoimalaitokset**

Tulevaisuuden polttomoottorivoimalaitokset –ohjelman tavoitteena on luoda vähemmän päästöjä tuottavia ja energiatehokkaampia voimalaitoksia. Tutkimuksen avainalueisiin kuuluvat parannukset polttoprosesseissa, energiatehokkuudessa, lämmön talteenoton prosesseissa ja energianmuuntoprosesseissa. Lisäksi keskeisenä tutkimusalueena on joustavuus polttoaineiden käytössä ja uusiutuvien polttoaineiden käyttö. Tavoitteena on, että Suomen polttomoottoriteollisuuden asema globaaleilla markkinoilla olisi jatkossakin hyvä. (CLEEN Oy.)

#### **5.4.3 Ympäristön mittaus ja monitorointi**

Ohjelman tavoitteena on ohjata tutkimusta niin, että ympäristömittauksiin, -monitorointiin ja -päättöksentekoon saataisiin uusia työkaluja, standardeja ja menetelmiä. Ohjelma yhdistää uutta teknologiaa, laadunvalvonnan menetelmiä, ennakointityökaluja ja informaatioteknologiaa, luodakseen uudenlaisia ympäristönhavainnoinnin verkostoja ja päätöksenteon tukisysteemejä. Ohjelmalla pyritään luomaan ratkaisuja, jotka kiinnostavat sekä kansallisia että kansainvälisiä markkinoita. (CLEEN Oy.)

#### **5.4.4 Älykkäät sähköverkot ja energiamarkkinat**

Ohjelman tavoitteena on kehittää kansainvälisiä ratkaisuja älykkäiden sähköverkkojen ja energiamarkkinoiden alueella, joista voitaisiin luoda demo-hankkeita Suomessa. Lisäksi kansainvälisellä yhteistyöllä pyritään lisäämään alan huippu-toimijoiden osaamista. Tutkimusalueen tärkeimpiä keskittymisalueita ovat mm.

älykkäiden sähköverkkujen kehittäminen, kaupallistaminen ja niille uusien liiketoimintamallien kehittäminen, tulevaisuuden energijärjestelmien rakenne ja asiakkaiden liittäminen verkkoon. (CLEEN Oy.)

## 5.5 SHOK: RYM Oy

RYM Oy, eli Rakennettu ympäristö –huippuosaamisen keskittymä, pyrkii vastaamaan rakennetussa ympäristössä kestävä kehityksen haasteisiin ja vaikuttamaan siihen, kuinka ilmastonmuutoksen haasteet huomioidaan rakentamisessa (Ohjelmat ja verkostot). Rakennetulla ympäristöllä on suuri merkitys ekologisessa kestävyudessa, sillä se on avainasemassa koko yhteiskunnan eko- ja energiatehokkuuden parantamisen suhteen. Jotta saataisiin rakennettua kestäviä yhdyskuntia, joiden rakentamisessa huomioidaan elinkaaritalous ja kehitetään innovatiivisuutta, tarvitaan laaja-alaista ja verkottunutta tutkimusyhteistyötä, jossa RYM Oy on tärkeässä asemassa. Vaikka Suomi onkin johtavia maita rakentamisen ja rakennusten elinkaaren hallinnassa käytettävän mallintamisen kanssa, tarvitaan kehitystyön soveltamiseksi käytäntöön vielä merkittäviä lisäpanostuksia. (RYM Oy.)

Tällä hetkellä käynnissä tai valmisteilla olevat RYM Oy:n ohjelmat on nähtävissä taulukossa 6. Built Environment Process Re-engineering ja Sisäympäristö ohjelmien lyhyet kuvaukset on luettavissa taulukon jälkeen.

**Taulukko 6.** RYM Oy:n käynnissä ja valmisteilla olevat tutkimusohjelmat. (RYM Oy.)

Ohjelma	Ohjelman kesto	Osallistujien lkm	Ohjelman laajuus [milj. €]
Built Environment Process Re-engineering	2010-2013	43	21
Sisäympäristö	2011-2014	52	n. 25
Energizing Society	-	-	-

### **5.5.1 Built Environment Process Re-engineering**

Built Environment Process Re-engineering on RYM Oy:n ensimmäinen tutkimusohjelma. Tavoitteena ohjelmalla on luoda uusia toimintapoja ja liiketoimintamalleja kiinteistö-, rakennus- ja infra-alalle. Lähtökohtana toimille on aiempaa käyttäjälähtöisempi lähestyminen. Uusilla liiketoimintaprosesseilla saadaan parannettua lisäksi myös tuottavuutta ja laatua. Ohjelman laajuus on 21 miljoonaa euroa. Ohjelmassa on mukana 43 eri osapuolta, joista 37 on yrityksiä ja loput 6 tutkimuslaitoksia. (RYM Oy.)

### **5.5.2 Sisäympäristö**

Sisäympäristö-ohjelman tavoitteena on löytää keinoja parantaa tilan käyttäjien tuottavuutta, viihtyvyyttä ja terveyttä ekologisesti kestäväällä tavalla. Tutkimuksissa keskitytään esimerkiksi nollaenergiatalojen terveelliseen ja turvalliseen toteuttamiseen sekä sisäympäristön ja energiatehokkuuden optimointiin. Ohjelmassa on mukana 52 osapuolta, joista 40 on RYM Oy:n osakasjoukkion ulkopuolelta. Osallistujajoukosta voi päätellä alalla olevan runsaasti liiketoimintapotentiaalia. Ohjelman laajuus on noin 25 miljoonaa euroa. (RYM Oy.)

## **5.6 Cleantech**

Suomessa tehdään työtä cleantechin parissa sekä ympäristötekniikan klusteriohjelman Cleantech-klusterin kautta että myös kansallisen Cleantech Finland –ohjelman kautta. Klusteri ja Cleantech Finland –brändi tekevät myös yhteistyötä. Ekologista kestävyyttä voisi, ja mahdollisesti myös tulisi, ohjata päättämällä esimerkiksi juuri cleantech-alueen tarjoavan huomattavasti potentiaalisia mahdollisuuksia. Tällöin alueelle ohjattaisiin lisää varoja. (Kekkonen 2011.)

Cleantech-klusterin tavoitteena on suomalaisen ympäristöliiketoiminnan kasvattaminen, uusien työpaikkojen luominen ja kansainvälisten markkinoiden hyödyntäminen. Klusterissa on mukana neljä ympäristötekniikkaan erikoistunutta osaa-

miskeskusohjelman osaamiskeskusta: Kuopio, Lahti, Oulu ja Uusimaa. Klusterin toiminta-alueeseen kuuluu noin 60 prosenttia koko maan ympäristöliiketoiminnasta ja 80 prosenttia alan tutkimuksesta ja sen kautta pystyy tavoittamaan yli 300 kotimaista ympäristöalan yritystä. Klusteri on saanut kiitosta varsinkin kansainvälistymisohjelmistaan, jotka ovat suuntautuneet Kiinaan, Venäjälle ja Intiaan. (Cleantech-klusteri.)

Cleantech Finland –ohjelma alkoi vuonna 2008 ja sen on tarkoitus jatkua vähintään vuoden 2012 loppuun asti. Brändin omistaa Elinkeinoelämän keskusliitto ja sen markkinoinnista ja viestinnästä vastaa Finpro. Kansallisen ohjelman tarkoituksena on tukea Suomen ympäristöliiketoiminnan kasvua ja rakentaa Suomen mainetta johtavana ympäristömaana ja puhtaan teknologian parhaana toimittajana. Ohjelma kokoaa yhteen suomalaisia cleantech-sektorin yrityksiä sekä toimintaa tukevia organisaatioita. Brändille pyritään rakentamaan kansainvälistä tunnettuutta, joka hyödyttää suomalaisen ympäristöliiketoiminnan harjoittajia. (Projektit ja ohjelmat.)

## **5.7 Julkisten hankintojen mahdollisuudet**

Julkiset hankinnat ovat huomattava alihyödynnetty keino ekologisen kestävyuden lisäämiseksi ja ympäristöinnovaatioiden kehittämiseksi. Jos valtio ja kunnat hankkisivat ympäristöystävällisiä tuotteita, voisi se olla merkittävä ajuri teknologian kehittämiseksi. (Harmaakorpi 2011.) Jos esimerkiksi Euroopan postilaitokset päättäisivät siirtyä sähköautoihin, aiheuttaisi se sähköautoille suuret markkinat. Tällöin myös valmistajien kiinnostus tuotteeseen kasvaa ja teknologia kehittyisi nopeammin. (Kemppainen 2011.)

Osana Suomen ilmasto- ja energiastrategian sekä EU-direktiivien toimeenpanoa on työ- ja elinkeinoministeriö julkaissutkin uudet ohjeet julkisten hankintojen energiatehokkuudesta. Tavoitteena on ottaa huomioon tuotteen energiatehokkuusluokka yhtenä hankintakriteereistä hinnan ja muiden perusteiden rinnalla. Ohjeet koskevat myös energiamerkintää. Hankinnoissa tulisi pyrkiä siihen, että laitteet

kuuluvat parhaaseen energiatehokkuusluokkaan. Ohjetta on tarkoitus soveltaa valtion ja kuntien viranomaisten, liikelaitosten ja yhteishankintaelinten sekä kuntayhtymien hankintojen yhteydessä, mutta sitä voidaan soveltaa myös yksityisellä sektorilla. Suomessa julkinen sektori tekee hankintoja noin 20–30 miljardilla eurolla vuosittain, joten suurena toimijana se pystyy vaikuttamaan markkinoilla olevaan tarjontaan kysyntää suuntaamalla. (Tiedotteet: Energia 2011.)

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kestävän kehityksen ja ekologisen kestävyuden käsitteet ovat huomattavasti vahvistuneet siitä, kun ne 1980-luvun lopulla nostettiin ensimmäistä kertaa esiin. Käsite on nykyisin selkeämpi ja kokonaisvaltaisempi kuin aiemmin. EU:n, Pohjoismaiden ja Suomen kestävä kehityksen strategioista voi huomata, että kestävyteen pyritään. On kuitenkin eri asia, toteutuuko kestävyys todella. Tavoitteisiin pääseminen vaatii ainakin toistaiseksi vielä riittäviä kannusteita ja tukia, sillä vaikka ympäristöä huomioiva liiketoiminta on jatkuvasti saanut osakseen enemmän mielenkiintoa, ei se välttämättä ole vielä täysin kannattavaa.

Ekologisen kestävyuden toteutumista mitataan erilaisin mittarein. Eri tahojen tekemien tutkimusten tulokset voivat antaa samasta tilanteesta varsin erilaisen kuvan, riippuen siitä mistä näkökulmasta ja millä laajuudella asiaa lähestytään. Suomi tulee energiaintensiivisyytensä takia todennäköisesti aina olemaan listan kärkipäässä maiden hiilijalanjälkien suuruuksia henkilöä kohden mitattaessa. Ympäristönsuojelukykyä ja ympäristöpolitiikan toimivuutta mitattaessa Suomi on kuitenkin pärjännyt hyvin. Vaikka idea yhdestä kaikenkattavasta mittarista kuulostaa hyvältä, se ei ehkä kuitenkaan ole realistinen. Mittarissa tulisi olla suuri määrä indikaattoreita, jotta kaikki osa-alueet tulisi katettua ja maiden erityispiirteet saataisiin huomioitua. Ainakin toistaiseksi on siis tyydyttävä siihen, ettei ekologista kestävyyttä saada kattavasti mitattua yhtenä kokonaisuutena.

Erilaisten mittareiden ja niiden painotusten johdosta keskinäinen vertailu esimerkiksi juuri maiden välillä tulee tehdä harkiten. Mittareita tulee tulkita tarkasti, jotta ymmärtää mitkä tuloksista ovat merkittäviä. Tulkinnan avulla löydetään asiat, joita on aiheellista kehittää edelleen. Esimerkiksi Suomen kohdalla hiilijalanjälkeä tuskin saadaan pienennettyä niin merkittäviä määriä, että se olisi huomattavissa tätä mittaavissa tutkimuksissa.

Ekologisesta kestävyydestä puhuttaessa nostetaan ehkä liian usein jokin tietty ympäristöongelma keskustelun keskipisteeksi. Aiemmin puhuttiin paljon ot-

sonikerroksen tuhoutumisesta, nykyisin suosituin aihe lienee ilmastonmuutos. On toki tärkeää, että kriittisinä pidetyt ongelmat otetaan esille, sillä niiden keskusteluun nostaminen varmasti edesauttaa niiden ratkaisua. Olisi kuitenkin varottava, ettei tällainen korostaminen tapahdu muiden ongelmien ratkaisun kustannuksella, vieden niiltä niiden tarvitsemaa huomiota. Rockström et al:n artikkelin perusteella biodiversiteetin pienenemistä ja ravinteiden kiertoa voidaan pitää ilmastonmuutoksen rinnalla yhtä huolestuttavina ongelmina. Myöskään muut ongelmaluokat eivät saisi jäädä täysin vaille huomiota, sillä ekologinen kestävyys syntyy todella vasta kokonaisvaltaisesta ympäristön huomioimisesta.

Ekologiset haasteet ovat usein globaaleja ja niitä voidaankin pitää innovaatioiden uusina ajureina. Ne ohjaavat innovaatiotoimintaa vaatimalla ongelmanratkaisua ja luomalla täten uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Kestävä innovointi, jossa huomioidaan vaikutukset niin ihmisiin, yhteiskuntaan, talouteen kuin ympäristöönkin, on merkittävä tekijä kestävyuden tavoittamiseksi. Siksi kestävää innovointia olisikin aiheellista tukea.

Ympäristöinnovaatioiden haasteena voidaan pitää tiukan tarkkailun kohteena olemista, asiakkaiden asenteiden muokkaamisen tarvetta ja usein riippuvuutta erilaisista tuista. Asiakkaiden asenteet ovat kuitenkin jatkuvasti muuttumassa ympäristöinnovaatioiden kannalta myönteisemmiksi. Osa asiakkaista voi olla jo nyt valmiita maksamaan ekologisuudesta enemmän, ja oletettavasti näiden asiakkaiden osuus tulee yhä kasvamaan. Kysyntä- ja käyttäjälähtöisyyttä voidaankin myös pitää tärkeinä kestävänn innovoinnin ajureina. Suomen innovaatiojärjestelmässä on hyvät mahdollisuudet hakea ympäristöinnovaatiotoimintaan niin rahallista tukea kuin tukea myös esimerkiksi yhteistyön merkeissä. On vain löydettävä sopiva väylä tuen hakemiseen.

Vaikka tukea onkin saatavilla, tulee halu lähteä mukaan kehittämään ekologisempaa toimintaa tulla yritykseltä itseltään. Ekologisuuteen panostaminen kiinnostanee lähinnä isompia yrityksiä tai niitä, jotka ovat kiinnostuneita kasvattamaan liiketoimintaansa tai mahdollisesti kansainvälistymään. Kuitenkin juuri perinte-

sempien alojen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä voisi olla paljon potentiaalia toiminnan ekologisemmaksi muuntamiseksi. Tässä työssä Suomen innovaatiojärjestelmän ekologiseen kestävyyyteen tutustuttiin pääosin rahoittajien suuntauksia tutkimalla. Olisi kuitenkin mielenkiintoista tutkia asiaa myös yritysten tasolla, tutustuen tarkemmin esimerkiksi lainsäädäntöön ja verotukseen sekä näiden vaikutuksiin yritysten ympäristötoiminnassa.

Suomen innovaatiojärjestelmä pyrkii vastaamaan sekä EU:n että kansalliseen kestävänn innovoinnin ohjelmiin muun muassa erilaisin tukiohjelmin ja keskittymin. Työssä jo aiemmin esitetyn rajauksen mukaisesti käsitellään Suomen Akatemia ainoana perustutkimuksen rahoittajana ja Sitra ja Tekes soveltavan tutkimuksen rahoittajina. Myös strategisen huippuosaamisen keskuskeskukset voidaan nähdä soveltavan tutkimuksen rahoittajina. Liitteessä 8 on tämän jaottelun perusteella nähtävissä, kuinka paljon Suomen innovaatiojärjestelmässä panostetaan ympäristöalan perustutkimukseen ja soveltavaan tutkimukseen.

Sitran ohjelmien kohdalla rahoitusmäärät eivät pidä täysin paikkaansa, sillä energiaohjelman sijoitustoimintaan varatusta rahoituksesta ei ole tietoa. Vaikka tiedot Sitran rahoituksesta eivät ole tarkkoja, on kuitenkin huomattavissa Suomessa panostettavan ekologista kestävyyttä edistävässä tutkimuksessa huomattavasti perustutkimusta enemmän soveltavaan tutkimukseen. Suomen Akatemian ohjelmien rahoitus on yhteensä reilut 36 miljoonaa euroa eli keskimäärin 12 miljoonaa yhtä ohjelmaa kohden. Tekesin ympäristö- ja energiatoimialan ohjelmien rahoitusmäärä on noin 690 miljoonaa euroa, joka tekee yhtä ohjelmaa kohden noin 115 miljoonaa euroa. Ekologiseen kestävyyyteen liittyvien SHOK:en eli CLEEN Oy:n ja RYM Oy:n ohjelmia rahoitetaan yhteensä noin 68 miljoonalla eurolla. Sitran panostukset ympäristö- ja energiaohjelmiin ovat tällä hetkellä olleet ainakin jo noin 20 miljoonaa euroa.

Suomen innovaatiojärjestelmässä panostetaan huomattavan paljon rakennusalaan. Siihen on keskitytty niin Tekesin Rakennettu ympäristö – ja Kestävä yhdyskunta – ohjelmissa ja Sitran energiaohjelmassa, jonka lisäksi on olemassa Rakennetun

ympäristön ratkaisuihin keskittynyt SHOK. Rakentamisessa panostetaan paljon korjausrakentamiseen, kuten sen tuomien hyötyjen tutkimiseen, itse rakentamiseen sekä alan liiketoiminnan kehittämiseen. Myös aluerakentamista ja –suunnittelua pyritään kehittämään. Rakennusten energiatehokkuuteen kiinnitetään huomiota niin korjausten yhteydessä kuin myös rakentamisvaiheessa: passiivi- ja matalaenergiarakennusten tutkimiseen liittyviä projekteja on useampi. Tämä suuntaus ei ole yllättävä, sillä rakennusten energiatehokkuuden parantamisella voitaneen vähentää huomattavasti energiankulutusta. Tämä olisi paljon energiaa käyttävälle maalle positiivinen suuntaus.

Rakennusalaan suunnataan siis huomattava määrä resursseja toiveina kehittää alaa ja sen mahdollisuuksia sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Näiden panostusten vaikutuksista alaan olisi mielenkiintoista saada tutkimustietoa. Onko ala kehittynyt Suomessa lähiaikoina ja mitkä ovat alan tämän hetkiset trendit? Onko matalaenergia- ja passiivirakentaminen lisääntynyt? Onko alan suomalaisilla yrityksillä toimintaa kansainvälisillä markkinoilla ja kuinka ne pärjäävät suhteessa ulkomalaisiin kilpailijoihin?

Toinen huomattava alue, jolle suunnataan paljon resursseja useammankin innovaatiojärjestelmän toimijan puolesta, on kestävä energiantuotanto. Panostus kestäväan energian tutkimukseen mukailee hyvin kestäväan kehityksen strategioita. Puhtaat energiamuodot, uusiutuva energia ja ylipäänsä ilmastonmuutoksen hillitseminen on jollain tapaa mukana niin EU:n, Pohjoismaiden kuin Suomenkin kestäväan kehityksen strategioissa. Kestäväan energiantuotantoon panostavat Suomen Akatemia, Tekes, CLEEN Oy sekä Sitra energiaohjelmansa sijoitustoiminnan kautta. Tekesin panostus kestäväan energiaan tulee esille jopa useammassa ohjelmassa, kuten BioRefine-ohjelman bioöljyyn liittyvissä projekteissa, Kestävä yhdyskunta –ohjelman energiantuotantoon ja energialähteiden valintaan liittyvissä tutkimuksissa sekä Polttokennot-ohjelmassa. CLEEN Oy panostaa tulevaisuuden polttomoottorivoimalaitoksiin ja Suomen Akatemian SusEn-ohjelma keskittyy suurilta osin biopoltoaineiden valmistukseen ja käytön mahdollisuuksien lisäämiseen.

Rakentamisen ja rakennusten energiatehokkuuden kehittäminen, kuten myös kestävän energian tuottamiseen liittyvä tutkimus, vastaavat ilmastonmuutoksen haasteisiin. Kun lisäksi Suomen Akatemia rahoittaa tutkimusta Ilmastonmuutokset – ohjelmansa puitteissa, voi tutkimuksen ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi todeta olevan runsasta.

Toisaalta rakennetun ympäristön suunnittelu vastanee myös biodiversiteetin kirjon säilyttämisen ongelmiin. Tämä jättää jäljelle kolmesta suurimmasta haasteesta ravinteiden kierron, joka myös välillisesti vaikuttaa biodiversiteetin pienenemisen ehkäisyyn. Suomen sisävesien sekä Itämeren kannalta olisi ravinteiden kiertoon liittyvä tutkimus tärkeää. Tähän haasteeseen Suomen innovaatiojärjestelmän ohjelmista suorimmin vaikuttaa Tekesin Vesi-ohjelma, jossa keskitytään vahvasti vedenkäsittelyn prosessien uudistamiseen sekä esimerkiksi maatalouden vesien käsittelyyn. Toisaalta myös BioRefine-ohjelman biokemikaalien tuottamiseen ja prosessien uudistuksiin bioteknologian keinoin liittyvät projektit tukevat ravinteiden kierron hillitsemistä.

Onko tutkimus ravinteiden kierron ehkäisemiseksi kuitenkin riittävää, kun samaan aikaan innovaatiojärjestelmässä keskitytään vahvasti biomassan tuottamiseen ja prosessointiin? Kun esimerkiksi biopolttoaineiden tuottamisen ja käytön uusia mahdollisuuksia tutkitaan, tulisiko tämä toteutuessaan lisäämään myös ravinteiden kiertoa? Vaikka varsinaisia ristiriitoja innovaatiojärjestelmän ekologisuutta huomioivissa ohjelmissa ei ole, eivät ne kuitenkaan välttämättä huomioi toistensa mahdollisesti tuottamien tulosten ekologisia vaikutuksia riittävästi. Toisaalta näin pintapuolisesti ohjelmien suuntautumista tutkimalla ei voi saada täyttä kuvaa toiminnasta.

Loppujen lopuksi Suomen innovaatiojärjestelmässä tehdään paljon tutkimusta, joka edesauttaa ekologisen kestävyuden toteutumista. Selkein yhtenäinen linja eri rahoittajien ohjelmien parissa on huomattavissa rakennusalaan panostamisena. Toinen yhteinen panostusalue tuntuu olevan kestävä energiantuotanto. Toki myös hajontaa löytyy ja tutkimus kattaa laajasti erilaisia osaamisalueita. Tutkimuksen

lisäksi järjestelmässä pyritään lisäämään ekologista kestävyyttä esimerkiksi ohjaamalla julkisten hankintojen päätöksentekoa sekä cleantech-yritysten liiketoiminnan mahdollisuuksien parantamisella.

Julkiset hankinnat ovat tähän mennessä olleet alihyödynnetty keino ekologisen kestävyuden lisäämiseksi. Suomessa julkinen sektori tekee hankintoja noin 20–30 miljardilla eurolla vuosittain. TEM:n äskettäin julkaistun julkisia hankintoja koskevan ohjeen mukaan energiatehokkuus on nostettava nykyisin yhdeksi hankintakriteeriksi hinnan ja muiden perusteiden rinnalle. On mielenkiintoista nähdä, kuinka paljon ohje tulee kasvattamaan energiatehokkaampien tuotteiden markkinoita ja tätä kautta lisäämään kiinnostusta näiden tuotteiden ja teknologioiden kehittämiseen.

## LÄHTEET

Apilo, Tiina; Taskinen, Tapani; Salkari, Iiro. 2007. Johda innovaatioita. Helsinki: Ta  
lentum. Media Oy. 260 s. ISBN 978-952-14-1126-7.

BioRefine. Uudet biomassatuotteet 2007-2012. [Ohjelman www-sivuilla]. [viitattu 15.8.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/BioRefine>

Boons, Frank; Wagner, Marcus. 2009. Assessing the relationship between economic and ecological performance: Distinguishing system levels and the role of innovation. *Ecological Economics*, 2009, 68 s. 1908-1914.

Carrillo-Hermosilla, Javier; Del Rio González, Pablo; Könnölä, Totti. 2009. Eco-Innovation. When sustainability and competitiveness shake hands. Palgrave Macmillan. 256 s. ISBN- 13: 978-0-230-20206-1.

Cleantech-klusteri. [Cleantech-klusterin www-sivuilla]. [viitattu 15.7.2011]. Saatavissa: <http://www.cleantechcluster.fi/fi/cleantech-klusteri/?id=125>

CLEEN Oy. [Cleen Oy:n www-sivut]. [viitattu 4.7.2011]. Saatavissa: <http://www.cleen.fi/home/fi>

Dangelico, Rosa Maria; Pujari, Devashish. 2010. Mainstreaming Green Product Innovation: Why and How Companies Integrate Environmental Sustainability. *Journal of Business Ethics*, 2010 vol. 95. s. 471-486.

Diesendorf, Mark. 2000. Sustainability and Sustainable Development. Teoksessa: Dunphy, D, Benveniste, J, Griffiths, A ja Sutton, P, Sustainability: The corporate challenge of the 21st century. Sydney: Allen & Unwin. 19-37 s.

Energiaohjelma. [Sitran www-sivuilla]. [viitattu 16.8.2011]. Saatavissa: <http://www.sitra.fi/fi/Ohjelmat/energia/energia.htm>

EPI. 2010. Environmental Performance Index. [pdf-dokumentti]. [viitattu 18.2.2011]. Yliopistot Yale ja Columbia. Saatavissa: [epi.yale.edu/epi-2010.pdf](http://epi.yale.edu/epi-2010.pdf)

ESI. 2005. Environmental Sustainability Index. [pdf-dokumentti]. [viitattu 18.2.2011]. Yliopistot Yale ja Columbia. Saatavissa: [www.yale.edu/esi/ESI2005\\_Main\\_Report.pdf](http://www.yale.edu/esi/ESI2005_Main_Report.pdf)

Euroopan Unionin Neuvosto. 2006. EU:n kestävän kehityksen strategian uudelleentarkastelu - Uudistettu strategia. 10917/06. 29 s.

Euroopan yhteisöjen komissio. 2004. Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille. Kestävän kehityksen teknologioiden edistäminen: Ympäristöteknologioita koskeva Euroopan unionin toimintasuunnitelma. Bryssel. 51 s.

Godin, Benoît. 2009. National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. *Science, Technology & Human Values* 2009, vol. 34. s. 476-501.

Hakala, Harri; Välimäki, Jari. 2003. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Tampere: Gaudeamus Kirja. 446 s. ISBN 951-662-875-3.

Harmaakorpi, Vesa; Hermans, Raine; Uotila, Tuomo. Suomalaisen innovaatiojärjestelmän mosaiikki: markkinoilta ennakoitavat alueelliset teemavalinnat. Helsinki: Taloustieto, 2010 Yliopistopaino. 204 s. ISBN 978-951-628-494-4.

Harmaakorpi, Vesa. 2011. Teknitaloudellisen tiedekunnan dekaani, Lappeenrantaan teknillinen yliopisto. Lappeenranta. Haastattelu.

Hautamäki, Antti. 2008. Kestävä innovointi. Innovaatiopolitiikka uusien haasteiden edessä. Sitran raportteja 76. Helsinki: Edita Prima Oy. 168 s. ISBN 978-951-563-613-3.

Hautamäki, Antti. 2010. Sustainable Innovation. A New Age of Innovation and Finland's Innovation Policy. Sitra Reports 87. Helsinki: Edita Prima Ltd. 144 s. ISBN 978-951-563-725-3.

Huvila Heidi. 2007. Kestävän kulutuksen ja tuotannon KULTU ohjelman toteuttaminen. Väiliraportti nro 1. Ympäristöministeriö. 29 s.

Ilmastonmuutos - vaikutukset ja hallinta. [Suomen Akatemian www-sivuilla]. [viitattu 18.8.2011]. Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/A/Tutkimusohjelmat/kaynnissa/Ilmastonmuutos-ficca/>

Innovaatiot. [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivuilla]. Päivitetty 15.6.2011. [viitattu 18.6.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2069>

Innovation Union Scoreboard. Facts, figures and analysis. [viitattu 21.4.2011] Euroopan komission www-sivut. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/facts-figures-analysis/innovation-scoreboard/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/facts-figures-analysis/innovation-scoreboard/index_en.htm)

Kekkonen, Timo. 2011. Johtaja, Innovaatioympäristö ja osaaminen, Elinkeinoelämän keskusliitto. Helsinki. Haastattelu.

Kemppainen, Hannu. 2011. TkL, johtaja, Strateginen suunnittelu, Tekes. Helsinki. Haastattelu.

Kestävän kehityksen indikaattorit. 2009. [pdf-dokumentti]. [viitattu 17.2.2011]. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=113399&lan=fi>

Kestävä yhdyskunta. Kestävä yhdyskunta 2007-2012. [Ohjelman www-sivuilla]. [viitattu 15.8.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/yhdyskunta>

KETJU 2006-2010. [Suomen Akatemian www-sivuilla]. [viitattu 19.8.2011]. Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/A/Tutkimusohjelmat/kaynnissa/KETJU-2006-2010/>

Kuisma, Juha. 2001. Matka ympäristöyhteiskuntaan. Tilastokeskus. 222 s. ISBN 951-727-902-7.

Kultu-toimikunta. 2006. Vähemmästä enemmän ja paremmin. Kestävän kulutuksen ja tuotannon toimikunnan (Kultu) ehdotus kansalliseksi ohjelmaksi 2005. Helsinki. 151 s.

L 24.8.1990/717. Laki Suomen itsenäisyyden juhlarahastosta.

Malaska, Pentti. 1994. Kestävä kehitys. Raportti määritelmää pohtineen työryhmän keskusteluista. [pdf-dokumentti.] 9 s. Saatavissa: <http://www.ymparistokeskus.fi/download.asp?contentid=85409&lan=sv>

Munier, Nolberto. 2005. Introduction to sustainability: Road to a better future. Dordrecht: Springer. 444 s. ISBN 978-1-4020-3558-6.

Nykyinen hallitus. [Valtioneuvoston www-sivuilla]. [viitattu 15.6.2011]. Saatavissa: <http://www.valtioneuvosto.fi/hallitus/tutkimusneuvosto/fi.jsp>

Noponen, Jukka. 2011. Johtaja, Energiaohjelma, Sitra. Helsinki. Haastattelu.

Ohjelmat ja verkostot. [Tekesin www-sivuilla]. [viitattu 15.8.2011]. Saatavissa: [http://www.tekes.fi/fi/community/Ohjelmat\\_ja\\_verkostot/310/Ohjelmat\\_ja\\_verkostot/611](http://www.tekes.fi/fi/community/Ohjelmat_ja_verkostot/310/Ohjelmat_ja_verkostot/611)

Ohjelmat. [Sitran [www-sivuilla](http://www.sitra.fi)]. [viitattu 30.6.2011]. Saatavissa: [http://www.sitra.fi/fi/Ohjelmat/ohjelmien\\_esittely.htm](http://www.sitra.fi/fi/Ohjelmat/ohjelmien_esittely.htm)

Osaamiskeskittymät ja -klusterit. [Työ- ja elinkeinoministeriön [www-sivuilla](http://www.tem.fi)]. Päivitetty 18.11.2010. [viitattu 8.7.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2728>

OSKE. [Osaamiskeskusohjelman [www-sivuilla](http://www.oske.net)]. [viitattu 8.7.2011]. Saatavissa: <http://www.oske.net/oske/>

Pirilä, Pekka. 2000. Climate change. Socioeconomic dimensions and consequences of mitigation measures. Helsinki: Edita Ltd. 392 s. ISBN 951-37-2926-5.

Pohjoismaiden ministerineuvosto. 2009. Kestävä kehitys - Pohjolan uusi suunta. Tarkistettu strategia tavoitteineen ja painopistealueineen vuosiksi 2009-2012. Kööpenhamina. 40 s. ISBN 978-92-893-1864-8.

Polttokennot. Polttokennot 2007-2013. [Ohjelman [www-sivuilla](http://www.tekes.fi)]. [viitattu 15.8.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/polttokennot>

Projektit ja ohjelmat. [Finpron [www-sivuilla](http://www.finpro.fi)]. [viitattu 15.7.2011]. Saatavissa: <http://www.finpro.fi/web/10304/58>

Rakennettu ympäristö. Rakennettu ympäristö 2009-2014. [Ohjelman [www-sivuilla](http://www.tekes.fi)]. [viitattu 22.8.2011]. Saatavissa: [http://www.tekes.fi/ohjelmat/rak\\_ymparisto](http://www.tekes.fi/ohjelmat/rak_ymparisto)

Rennings, Klaus. 2000. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 2000 vol 32. s. 319–332

Rennings, Klaus; Ziegler, Andreas; Ankele, Kathrin; Hoffmann, Esther. 2006. The influence of different characteristics of the EU environmental management

and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance. *Ecological Economics* vol 57. s. 45-49.

Rockström, Johan et al. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 2009 vol 461:24. s. 472-475.

Roos, Göran; Fernström, Lisa; Gupta, Oliver. 2005. National Innovation Systems: Finland, Sweden & Australia compared. Learnings for Australia. Australian Business Foundation. 32 s.

Rosted, Jorgen; Kjeldsen, Charlotte; Bisgaard, Tanja; Napier, Glenda. 2009. New Nature of innovation. [www.newnatureofinnovation.org](http://www.newnatureofinnovation.org)

RYM Oy. Tarve ja hyödyt. [RYM Oy:n [www-sivuilla](http://www.sivuilla)]. [viitattu 8.7.2011]. Saatavissa: <http://www.rym.fi/yritys/taustajatarve/taustajahodyt/>

Schwab, Klaus. 2010. The Global Competitiveness Report 2010-2011. Geneva, Switzerland. World Economic Forum. 516 s. ISBN-10: 92-95044-87-8. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2010-11.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)

Seitsemäs puiteohjelma. [Tiivistelmät EU:n lainsäädännöstä [www-sivuilla](http://www.sivuilla)]. Päivitetty 15.1.2010. [viitattu 17.5.2011]. Saatavissa: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/research\\_innovation/general\\_framework/i23026\\_fi.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/research_innovation/general_framework/i23026_fi.htm)

Seppälä, Esko-Olavi. 2006. Suomen innovaatiojärjestelmä. 13.9.2006. [viitattu 6.5.2011] Saatavissa: [http://www.research.fi/Suomen\\_innovaatiojarjestelma2](http://www.research.fi/Suomen_innovaatiojarjestelma2)

Starke, Linda; Mastny, Lisa. 2010. Maailman tila 2010. Kulutuskulttuurista kestävään elämäntapaan. Raportti kehityksestä kohti kestäväää yhteiskuntaa. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press. 286 s. ISBN 978-952-495-155-5.

Suomen Akatemia. [Suomen Akatemian www-sivuilla]. Päivitetty: 3.1.2011. [viitattu 17.6.2011]. Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/A/Suomen-Akatemia/>

Suomen kestävän kehityksen toimikunnan asettama strategiaryhmä. 2006. Kohti kestäviä valintoja. Kansallisesti ja globaalisti kestävä Suomi. Kansallinen kestävän kehityksen strategia. Edita: Valtioneuvoston kanslia. 136 s. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 5/2006. ISBN 952-5361-01-X.

SusEn 2008-2011. [Suomen Akatemian www-sivuilla]. [viitattu 22.8.2011]. Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/A/Tutkimusohjelmat/kaynnissa/Kestava-energia-SusEn/>

Symbio. Biotekniikasta tuotantoon 2006-2011. [Ohjelman www-sivuilla]. [viitattu 23.8.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/symbio>

Taloustieto Oy. 2009. Evaluation of the Finnish National Innovation System - Full Report. Helsinki University Print. 302 s. ISBN 978-951-628-491-3.

TEK ja UIL. 2011. Insinöörien ilmasto-ohjelma. Forssan kirjapaino Oy. 57 s. ISBN 978-952-5633-58-3.

Tekes. [Tekesin www-sivuilla]. [viitattu 17.6.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/fi/community/Tekes/320/Tekes/626>

TEM. 2009. Suomen innovaatiojärjestelmän kansainvälisen arvioinnin tulokset ja suositukset – tiivistelmä. [pdf-dokumentti]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/25901/Innovaatiojarjestelman\\_arviointi\\_11012010%29.pdf](http://www.tem.fi/files/25901/Innovaatiojarjestelman_arviointi_11012010%29.pdf)

The Science and Technology Policy Council of Finland. 2006. Science, Technology, Innovation. Helsinki: Helsinki University Press. 79 s. ISBN 952-442-206-3.

Tiedepolitiikka. [Opetus- ja kulttuuriministeriön www-sivuilla]. [viitattu 15.6.2011]. Saatavissa: <http://www.minedu.fi/OPM/Tiede/tiedepolitiikka/?lang=fi>

Tiedotteet: Energia. [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivuilla]. Päivitetty 1.7.2011. [viitattu 3.8.2011]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/?89519\\_m=103372&s=2471](http://www.tem.fi/?89519_m=103372&s=2471)

Toimintakertomukset ja esitteet. [Sitran www-sivuilla]. [viitattu 31.8.2011]. Saatavissa: [http://www.sitra.fi/fi/Sitran+esittely/toimintakertomukset\\_ja\\_esitteet/toimintakertomukset\\_ja\\_esitteet.htm](http://www.sitra.fi/fi/Sitran+esittely/toimintakertomukset_ja_esitteet/toimintakertomukset_ja_esitteet.htm)

Tutkimus- ja innovaationeuvosto. 2010. [viitattu 25.5.2011]. Tutkimus- ja innovaatiopoliittinen linjaus 2011-2015. 56 s. [pdf-tiedosto]. ISBN 978-952-485-996-7. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/29559/Tutkimus\\_ja\\_innovaatiopoliittinen\\_linjaus2011\\_2015.pdf](http://www.tem.fi/files/29559/Tutkimus_ja_innovaatiopoliittinen_linjaus2011_2015.pdf)

Tutkimusohjelmat. [Suomen Akatemian www-sivuilla]. [viitattu 18.8.2011]. Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/A/Tutkimusohjelmat/>

Uutiset. [Tekesin www-sivuilla]. Päivitetty 8.6.2011. [viitattu 1.7.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/fi/community/Uutiset/404/Uutinen/1325?name=Tekesin+energia-+ja+ymparistoohjelmilla+on+laajat+vaikutukset>

Valtiontalouden tarkastusvirasto. Ajankohtaista. [Valtiontalouden tarkastusviraston www-sivuilla]. Päivitetty 28.6.2011. [viitattu 1.7.2011]. Saatavissa: [http://www.vtv.fi/ajankohtaista/energia-\\_ja\\_ilmasto-ohjelmilta\\_tulisi\\_vaatia\\_enemman\\_tuloksia.html](http://www.vtv.fi/ajankohtaista/energia-_ja_ilmasto-ohjelmilta_tulisi_vaatia_enemman_tuloksia.html)

Verloop, Jan. 2004. Insight in Innovation. Managing Innovation by understanding the Laws of Innovation. Amsterdam: Elsevier B.V. 150 s. ISBN 0-444-51683-2.

Vesi. Vesi 2008-2012. [Ohjelman www-sivuilla]. [viitattu 25.8.2011]. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/vesi>

VTT. [VTT:n www-sivuilla]. [viitattu 19.6.2011]. Saatavissa: <http://vtt.fi/vtt/index.jsp>

WWF. 2010. Living Planet Report 2010. Biodiversity, biocapacity and development. Gland, Sveitsi. 117 s. ISBN 978-2-940443-08-6.

Yksiköt ja osastot. [Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivuilla]. Päivitetty 29.6.2011. [viitattu 30.6.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2095>

Yliopistolaitoksen uudistaminen. [Opetus- ja kulttuuriministeriön www-sivuilla]. [viitattu 5.7.2011]. Saatavissa: [http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/koulutuspolitiikka/Hankkeet/Yliopistolaitoksen\\_uudistaminen/](http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/koulutuspolitiikka/Hankkeet/Yliopistolaitoksen_uudistaminen/)

Ympäristöohjelma. [Sitran www-sivuilla]. [viitattu 16.8.2011]. Saatavissa: <http://www.sitra.fi/fi/Ohjelmat/PaattyneetOhjelmat/ymparisto/ymparisto.htm>

## LIITE 1: Haastattelut ja haastattelukysymykset

Harmaakorpi Vesa, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 20.6.2011, Lappeenranta.

Kekkonen Timo, Elinkeinoelämän keskusliitto, 24.5.2011, Helsinki.

Kemppainen Hannu, Tekes, 31.5.2011, Helsinki.

Noponen Jukka, Sitra, 31.5.2011, Helsinki.

- Tutkimuksessa on havaittu kolmen ympäristöongelman (ilmastonmuutos, biodiversiteetin pieneneminen, ravinteiden kierto) ylittäneen turvallisen toiminnan rajan. Miten nämä mielestäsi huomioidaan Suomen innovaatiojärjestelmässä?
- Minkälaisilla ohjauskeinoilla ekologiseen kestävyys panostamista pitäisi mielestäsi tukea?
- Miten ekologista kestävyyttä tulisi mielestäsi kansallisella tasolla mitata?
- Millaisena näet ekologisen kestävyys ja talouskasvun suhteen?

## LIITE 2: FICCA-toimintaohjelman projektien jaottelu

### **Ilmastonmuutokseen sopeutuminen**

A-LA-CARTE: Ilmastonmuutokseen sopeutumisen rajat ja sietokyvyn edistäminen

DECADE: Vuosikymmenjaksolle laadittujen ilmastoennusteiden käyttö ilmastonmuutokseen sopeutumisessa

ECONADA: Metsänkasvatuksen taloudellinen optimointi muuttuvassa ilmastossa

RECAST: Ilmastosimulaatioiden uudelleentarkastelu toimialojen ja teknisen infrastruktuurin sopeutumisen parantamiseksi: säävaihtelun kasvun ja epävarmuuden vaikutukset sääherkille pääomaintensiivisille järjestelmille

### **Ilmastonmuutoksen vaikutukset**

CLICHE: Ilmastonmuutoksen vaikutukset arktiseen ympäristöön, ekosysteemipalveluihin ja yhteisöihin

ClimWater: Ilmastonmuutos ja veden kiertokulku: Vaikutus vesivaroihin ja niiden hyödyntämiseen Suomessa

MARISPLAN: Ilmastonmuutoksen vaikutus mereiseen aluesuunnitteluun

### **Teknologiat**

COOL: Ilmaston viilentäminen Aerosoliteknologioilla: kustannukset, hyödyt, sivuvaikutukset ja hallinto

RICCS: Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin riskien hallinta

### **Muut**

LAICA: Energiainnovaatioiden paikallinen sopeuttaminen ja käytäntöinnovaatiot osana hiilineutraalisuutta

STARSHIP: Hiukkaspäästöjen ja kasvihuonekaasujen päästöjen aiheuttamien ilmasto- ja terveysvaikutusten vähentämisstrategioiden synergioiden ja tradeoffien analyysi

## LIITE 3: SusEn-toimintaohjelman projektien jaottelu

### **Aurinkokennot**

Evalueringsunderlag för plastsolceller

Joustava väriaineherkistetty nanoaurinkokenno

### **Biomassa**

Planktonlevät polttoainebiomassan lähteenä (ALGISEL)

Metsäbiomassan kysyntä energiana ja materiaaleina sekä niiden ilmastovaikutukset (FOBIT)

Puun biomassan funktionaalinen genomiikka

Suomalaisen ja brasilialaisen biomassan hyödyntämisen toteutettavuus kehittyneissä biojalostamoissa

### **Biopolttoaineet**

Uudet, innovatiiviset ja kestävät liikennepolttoaineet: biokomponenteista joustaviin nestemäisiin polttoaineisiin (SUSFUFLEX)

Biokaasun puhdistaminen liikennekäyttöön

Planktonlevien lipidituoton optimointi biodieseltuotannon raaka-aineeksi (LIPIDO)

Optimoidut lignoselluloosan käsittelyprosessit tavoitteena bioetanoli

Bio-polttoaineen intensiivisen tuotannon ja käytön vaikutukset alueelliseen ilmanlaatuun ja globaaliin ilmastoon

Produktion av grön diesel från alger

Effektiv tillverkning av bränslen ur biomassa

Polysakkaridipohjaiset biopolttoaineet ja älykkäät biomateriaalit: massa- ja paperiprosesseihin integroitu kestävä kehitys

### **Energiantuotanto**

Bioenergian tuotantoketju energiakasvien kasvattamisesta energiapolitiikan kysymyksiin (BEET)

Karbonater i energiteknik (CARETECH)

### **Päästöt**

Biomassa ja öljy lämmitysjärjestelmissä: kasvihuonekaasujen ja hiukkasten päästöt ja terveysriskit (BIOHER)

Potential för radikala minskningar i energiförbrukning och utsläpp vid stålframställning (GREENSTEEL)

Uudenlaisten menetelmien kehittäminen raskasmetalli- ja pienhiukkaspäästöjen sekä käytettävyyssongelmien mallintamiseen ja vähentämiseen biomassan ja kivihiilen seospoltossa

### **Sähkötekniikka**

Sähkökäyttöjen häviöiden pienentäminen (EFFDRI)

Tehoelektroniikka innovatiivisessa sähkönjakelujärjestelmässä

### **Muut prosessit**

Puun katalyyttinen hajottaminen (CaDeWo)

Leijukerroksien monifaasiprosessit osana kestäväen kehityksen energiateknologioita

Runsaasti pektiiniä sisältävien jätteiden muuntaminen D-galakturonihapoksi ja muiksi kemikaaleiksi käyttämällä solid state fermentation -menetelmää ja metabolisesti muokattuja homeita

Korkean permeanssin nanohuokoisten putkimaisten zeoliittimembraanien käyttö CO<sub>2</sub>:n ja metanolin erotukseen vaativissa prosessiolosuhteissa

### **Muu tutkimus**

Kriittinen analyysi uuden sukupolven reaktoreista (NETNUC)

Urbanin biojalostamon matemaattinen analyysi ja monitavoiteoptimointi huomioiden muuttuvat tekniset, sosiaaliset ja juridiset reunaehdot (TKK Bioref)

Soluseinän kemiallisen rakenteen vaikutus puun kuidutuksen energiankulutukseen

Kuusimetsiin perustuvan puuntuotannon, bioenergian ja hiilen sidonnan taloudellis-ekologinen optimointi

Hilavirheiden karakterisointi kalkopyriiteissä (DECK)

Hiilinanoputkipohjaisten membraanielektrodirakenteiden synteesi ja käytettävyys polymeeripolttokennoissa (Nanoduramea)

## LIITE 4: KETJU-toimintaohjelman projektien jaottelu

### **Hiilidioksidin hyödyntäminen**

Kestävät hiilidioksidia lähtöaineena käyttävät katalyyttiset kemikaalien valmistusprosessit

SUSE (Kestävän kehityksen mukainen hiilihapon esterien valmistus hiilidioksidista)

Hiilidioksidin hyödyntäminen vihreänä raaka-aineena siirtymämetallikatalyyttien avulla

CO2UTIL (Vihreän kemian periaatteiden mukainen metanolin ja dimetyylikarbonaatin tuotanto lähtöaineena hiilidioksidi)

### **Sivuvirtojen ja jätteiden hyödyntäminen**

PEGRES (Biojalostamo paperin, bioenergian ja vihreiden kemikaalien tuottamiseksi nonwood-sivuvirroista)

PENTOVAL (Sokerihappojen tuotto agrobiomassapohjaisten biojalostamojen sivuvirroista)

BUSU (Butanolin valmistaminen jätteistä)

Valorisation of wheat residues to polymeric xylan and cellulose

### **Muu prosessisuunnittelu**

FSE\_IX (Nopeiden, selektiivisten ja ekologisten ioninvaihtimien kehittäminen hydrometallurgiaan)

BIOCAT (Modulaarinen biokatalyyttinen menetelmä kemiallisten yhdisteiden kiraaliseen synteesiin käyttäen rakenteeseen pohjautuvaa ohjattua evoluutiota)

FunMan (Kuusen galaktoglukomannaanien kohdistettu funktionalisointi galaktoosioksidaasin avulla)

NADREDOX (Kestävän kehityksen mukaiset organokatalyyttiset redox-prosessit)

SusProc (Luonnon raaka-aineiden kestävä prosessointi)

Ksyloosin käytön parantaminen bioprosesseissa

Vihreät menetelmät farmaseuttisesti tärkeiden heterosyklien ja syklopentanoidien synteesiin

SUSWOOD (Kestävä ja ympäristöystävällinen puuraaka-ainetuotanto tulevaisuuden teollisiin tarpeisiin)

Molekyylibiologisten menetelmien käyttö kemikaalitestauksessa

One-pot förädling av biomassa i vattenlösning till bränslen och kemikalier

Syntes av furufural ur förnyelsevara källor med hjälp av syramodifierade joniska vätskekatalysatorer på bärarmaterial(SILCA) –FUSILCA

Utveckling av icke-bromerade flamskyddsmedel- förbrännings- och polymerkemister sammanstår sina krafter

Plant viral particles as nanoscaffolds for controlled positioning of enzymes on solid supports

### **Tuotesuunnittelu**

SUMAC (Kestävien ja innovatiivisten materiaalien High Tech sovellukset)

ProDOE (Ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu dynaamisessa toimintaympäristössä nyt ja tulevaisuudessa - menetelmät ja työvälineet)

### **Muut**

IFEE (Indikaattoriviitekehys ekotehokkuudelle)

ISSB (Teollisen symbioosin systeemin rajaus)

## LIITE 5: Tekes-ohjelmien projektien jaottelu aihealueittain

### BioRefine-ohjelma

Aihealue	lkm
Biopolttoaineet	40
Biodiesel	16
Bioöljy	14
Bioetanoli	8
Biokemikaalit	21
Prosessiuudistus	14
Muut uudet biomassatuotteet	3
Liiketoiminta	10
Muut	2

### Kestävä yhdyskunta –ohjelma

Aihealue	lkm
Energia	20
Jätehuolto	8
Kasvihuonekaasut	4
Kaupungit, kunnat, yhdyskunta	31
Liikenne ja logistiikka	7
Rakentaminen	62
Alue-	15
Korjaus-	11
Matalaenergia-	4
Passiivi-	7
Maankäyttö	4
Muu	21
Valaistus	11
Muu teknologia	8
Muut	7

### Polttokennot-ohjelma

Aihealue	lkm
Polttokennot	34
Biopolttokennot	4
Kannettavat polttokennot	5
PEM-polttokennot	6
SOFC-polttokennot	15
Paristot	4
Työkoneet ja ajoneuvot	10
Vedyn tuotanto	7
Verkkoliitettä	2
Muut	4

#### Rakennettu ympäristö -ohjelma

Aihealue	lkm
Kansainvälinen liiketoiminta	9
Liiketoiminnan kehittäminen	27
Rakentaminen	54
Asiakaslähtöinen rakentaminen	5
Hyvinvointi-	15
Infra-	8
Korjaus-	19
Muu rakentaminen	7
Riskien hallinta	9
Muu	11

#### SymBio-ohjelma

Aihealue	lkm
Biologinen puhdistus	13
Elintarviketeollisuus	22
Kemianteollisuus	9
Lääketiede ja -teollisuus	13
Paperiteollisuus	11
Muut	9

#### Vesi-ohjelma

Aihealue	lkm
Liiketoiminnan kehittäminen	14
Maatalous	3
Mittaus- ja monitorointijärjestelmät	20
Vedenkäsittely	37
Jätevedenpuhdistus	17
Vedenpuhdistus	7
Paperiteollisuuden vedenkäs.	5
Muu	8
Öljynkäsittely	5
Muu uusi teknologia	8
Muu tutkimus ja kehitys	9

## LIITE 6: SITRA:n Ympäristöohjelman hankkeiden jaottelu

### **Cleantech**

Cleantech-sijoitustoiminta ja sen seuranta Suomessa 02/2006 - 08/2006

Cleantech-yritysten rahoitus: rahoitusmallit ja rahoitusmarkkinat 05/2006 - 09/2006

### **Kansainväliset markkinat**

Jätehuolto- ja kierrätysalaaan liittyvä tekniikan ja osaamisen kartoitus yritysverkostojen kehittämiseksi kansainvälisille markkinoille 01/2006 - 06/2006

North American Access Programme 09/2005-06/2007

Selvitys Intian ympäristöteknologiamarkkinoiden mahdollisuuksista suomalaisyrityksille 11/2005 - 04/2006

Verkostohanke Kiinaan - Finnish Environmental Cluster for China (FECC) 08/2006 - 12/2008

Ympäristöyritysten Venäjä-verkostot 08/2006 - 12/2007

### **Ympäristöalan ennakointi**

Taustaselvitys ympäristötekniikan ennakoinnista 08/2005 - 12/2005

Ympäristöalan ennakointi 08/2005 - 06/2007

### **Ympäristöliiketoiminnan kehittäminen Suomessa**

Kansallinen toimintaohjelma ympäristöliiketoiminnan kehittämiseksi 06/2006 – 02/2007

Ympäristöalan tuotekehityshankkeet ja tutkimustoiminta Suomessa ympäristöliiketoiminnan kehittämisen näkökulmasta 10/2005 - 04/2006

Ympäristöliiketoiminnan määrittely ja tilastojärjestelmän luominen 11/2005 - 04/2006

REACH:in tuomat liiketoimintamahdollisuudet 04/2006 - 06/2006

Ympäristöteollisuuden kotimarkkinoiden kehittäminen Suomessa 05/2006 - 08/2006

Ympäristöalan liiketoiminta- ja rahoitusosaamisen kehittäminen: FENEX-hanke 06/2005 - 12/2007

Vesihuollon alueellinen järjestäminen 09/2006 - 12/2006

Parhaat käytännöt eko-innovaatioissa 10/2006 - 02/2007

## LIITE 7: SITRA:n Energiaohjelman hankkeiden jaottelu

### **Ekologinen aluesuunnittelu**

ECO2 – Ekotehokas Tampere 2020 04/2010–12/2012

Ekotaajama 09/2010–06/2012

Kaavoittajille energiataitoja (UP-RES) 08/2010–12/2012

Low2No – Jätkäsaaren kestävän rakentamisen kortteli 10/2008–12/2012

Maunulan energiatalouden parantamisen ryhmäkorjaushanke MET 10/2009-02/2011

Porvoon Skaftkärrin energiatehokas asuinalue 10/2008–12/2012

Vihreä kaupunki 06/2009–12/2010

### **Neuvonta**

Ekovallo 06/2009–05/2011

Energialähettiläs 08/2010–12/2012

Energianeuvonnan toteuttaminen Suomessa 01/2009–12/2012

Energiansäästöillä euroja –kampanja 09/2009-12/2010

ILMANKOS – Ilmastonmuutos ja kansalaisosallistuminen Tampereella 09/2008–03/2011

Peloton 01/2009–12/2011

Pieni suuri energiakirja 10/2009–02/2011

Taloyhtiön energiakirja 06/2010–11/2011

Tee Parannus – Energiatehokkaan korjausrakentamisen viestintäohjelma 06/2009–12/2012

### **Rakentaminen**

70-luvun tyypillisten pientalojen nykyaikaistaminen 01/2010–12/2010

Arava-asuinkiinteistöjen energiatehokkuus – konseptit ja ratkaisut 08/2009- 10/2010

Energiatehokkuuden demonstraatio Tampereen asuntomessuilla 2012 02/2011–09/2012

ERA17 – Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017 01/2010–12/2012

INNOVA – kerrostalosta passiivitaloksi 06/2010–12/2012

Matalaenergiarakennusten suunnitteluohjeet 05/2008–12/2011

Puurakentamiskilpailu E2 05/2010 – 04/2011

Rakentamismääräysten uudistaminen 2012 – kokonaisenergiatarkastelu 04/2010–05/2011

Teollisen korjausrakentamisen konseptointi 02/2009–10/2011

Solar Decathlon Europe 2010 –kilpailu 10/2008-06/2010

### **Muut tutkimukset ja selvitykset**

Changing Behaviour 09/2010-12/2010

Edelläkävijät parhaiden ekokäytäntöjen edistäjinä 08/2011-12/2011

Hehkulamppujen vaihtamisen energiansäästövaikutukset 11/2009-10/2010

Käyttäjälähtöiset lähienergiapalvelut uudisrakentamisessa (Lähienergia-hanke) 06/2009-10/2009

Lämpöpumppujen testausvalmiuden luominen Suomeen 07/2011-07/2012

Suomalaisen smart grid –alan liiketoimintamahdollisuudet 06/2010-07/2011

Talotekniikan koulutusselvitys 04/2010-06/2011

LIITE 8: Suomen innovaatiojärjestelmän ohjelmien rahoitusmäärät ympäristöalalla

Suomen Akatemian ohjelma	rahoitus [milli. €]	Tekes ohjelma	rahoitus [milli. €]	Sitra ohjelma	rahoitus [milli. €]	SHOK-t ohjelma	rahoitus [milli. €]
Ilmastomuutos - vaikutukset ja hallinta	12	Biorefine	200	Ympäristöohjelma	14,499	Hiiidioksidin talteenotto ja varastointi	3
Kestävä energia	13,2	Kestävä yhdyskunta	100	Energiäohjelma	5,463	Tulevaisuuden polttomoottorivalmaitokset	9
Kestävä tuotanto ja tuotteet	11	Polttokeannot	144			Ympäristön mittaus ja monitorointi	10
		Rakennettu ympäristö	75			Built Environment Process Re-engineering	21
		Symbio	80			Sisäympäristö	25
		Vesi	92				
<b>Yhteensä</b>	<b>36,2</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>691</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>19,962</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>68</b>