

Näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja
Kilpailukyky
24/2012



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ
ARBETS- OCH NÄRINGSMINISTERIET
MINISTRY OF EMPLOYMENT AND THE ECONOMY

JOHANNA KOHL – TORSTI LOIKKANEN – HANNU HERNESNIEMI –
MAGNUS SIMONS – TIINA KOLJONEN – TUOMO NIKULAINEN –
VILLE VALOVRTA – HELI TALJA – LASSI SIMILÄ

Näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu
Kilpailukyky
24/2012

Tekijät Författare Authors Johanna Kohl, Torsti Loikkanen, Hannu Hernesniemi, Magnus Simons, Tiina Koljonen, Tuomo Nikulainen, Ville Valovirta, Heli Talja, Lassi Similä	Julkaisuaika Publiceringstid Date Kesäkuu 2012 Toimeksiantaja(t) Uppdragsgivare Commissioned by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy Toimielimen asettamispäivä Organets tillsättningsdatum Date of appointment
Julkaisun nimi Titel Title Näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa	
Tiivistelmä Referat Abstract <p>Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen ja kestävämpään energiatuotantoon ja -kulutukseen tähtäävät kansainväliset toimet edellyttävät uusiutuvien energiamuotojen ja -tekniikoiden yhä tehokkaampaa kehittämistä ja laajempaa soveltamista. Tämä kehitys on luomassa uusiutuville energiamuodoille ja -tekniikoille mittavat globaalit markkinat. Tässä tutkimuksessa selvitetään näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa sekä tehdään ehdotuksia julkisen vallan roolista alaa koskevan elinkeinotoiminnan kehittämiseksi. Tutkimuksessa tarkastellaan ensin uusiutuvan energian markkinoiden teknologioiden, tuotteiden ja palvelujen kansainvälisiä markkinoita ja Suomen vientiä. Toiseksi tarkastellaan Suomen mahdollisuuksia kehittää uusiutuvan energian liiketoimintaa ja vientiä. Kolmanneksi tehdään näiden perusteella suosituksia alan liiketoiminnan ja politiikan kehittämiseksi.</p> <p>Suomella on monia uusiutuvan energian alalla vientimenestykseen tarvittavia vahvuuksia, kuten kehittynyt innovaatiojärjestelmä, metsäteollisuuden myötä syntynyt bioenergia-alan huippuosaamista sekä monipuolista tutkimusta ja kehitystä. Bioenergia-alan ja -teknologian osaaminen Suomessa on korkeatasoista, mutta muiden uusiutuvien tilanne hajanaisempi niin yrityspuolella, patentoinnissa kuin esim. Tekesin ohjelmissa. Uusiutuvan energian edistämiseksi tarvitaan selkeää kansallista poliittista tahtotilaa ja julkista keskustelua, mutta myös alueellista ja valtakunnallista ohjausta konkreettisin toimin mm. nykyisen hallitusohjelman antamien mahdollisuuksien mukaisesti. Tässä TEM:llä voi olla vahva rooli eri politiikkatoimien sekä poikkihallinnollisten toimien koordinoijana. Erityisesti lupa- ja vaikutusten arvioinnin osalta virtaviivaistaminen eri käytäntöjen osalta nähdään tarpeellisenä. Tämä edellyttää myös eri hallinnonalojen yhteistyötä ja mm. täydennyskoulutusta esimerkiksi lupaehtojen alueellisen tasa-arvoisuuden toteuttamiseksi. Riskinotto- ja vaikutusarvioinnin kannustavaa julkisen vallan ohjausta sekä keskusurien yritysten toiminnan tukemista tarvitaan ottamalla erityisesti huomioon alan kasvuyritysten edistäminen mm. pilotoinnin ja demonstroinnin mahdollistamiseksi. Palveluiden kehittäminen osaksi liiketoimintaa ja kokonaisten järjestelmien toimittaminen ovat keskeisiä uusiutuvan energian alalla toimivien liikeyritysten vientimahdollisuuksien kehittämiskohteita – kunhan referenssejä on mahdollista saada, ja nämä puolestaan kytkeytyvät usein lupien saamiseen, riskinottoon sekä osaamiseen. Ketterys ja systeeminen muutos uusiutuvan energian globaalien ja lokaalien liiketoimintamahdollisuuksien takaamiseksi, niin uusien vientimahdollisuuksien kehittämiseksi kuin jo olemassa olevien vahvistamiseksi, on haasteellista mutta välttämätöntä toimintaa pyrittäessä edistämään uusiutuvan energian globaalia liiketoimintapotentialiaa.</p> <p>Työ- ja elinkeinoministeriön yhdyshenkilö: Tieto-osasto/Seppo Kangaspunta, puh. 050 3697605</p>	
Asiasanat Nyckelord Key words uusiutuva energia, ennakointi, liiketoiminta, vienti, palvelut, koulutus, poikkihallinnollisuus	
ISSN 1797-3562	ISBN 978-952-227-658-2
Kokonaissivumäärä Sidoantal Pages 215	Kieli Språk Language Suomi, Finska, Finnish Hinta Pris Price 38 €
Julkaisija Utgivare Published by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy	Kustantaja Förläggare Sold by Edita Publishing Oy / Ab / Ltd

Alkusanat

Fossiilisen energian laajamittainen käyttö nostaa maapallon keskilämpötilaa ja aiheuttaa monenlaisia ilmastollisia, ympäristöön liittyviä, taloudellisia, sosiaalisia ja poliittisia muutoksia ja ongelmia. Keskilämpötilan nousun ja siihen liittyvien ongelmien hillitseminen ja hallitseminen edellyttää erilaisten kestävien ratkaisujen tuottamista. Ehkäpä kaikkein keskeisin ihmiskunnan haaste liittyy tällä hetkellä siihen, miten energian tuottamisessa ja käytössä voidaan siirtyä mahdollisimman nopeasti ja kattavasti fossiilisesta energiasta uusiutuvaan energiaan. Ongelma ei ole yksinomaan tekninen vaan kyse on monimutkaisesta teknisten, taloudellisten, sosiaalisten, ympäristöön liittyvien ja poliittisten ongelmien ja ratkaisujen vyyhdistä.

Suomessa uusiutuvan energian osuus energian kokonaiskulutuksesta on ollut huomattavasti suurempi kuin maailmassa keskimäärin. Suomen tavoitteet uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseksi entisestään ovat myös kunnianhimoisia. Ehkäpä tämän vuoksi ajatellaan, että Suomella on myös erinomaiset mahdollisuudet ansaita uusiutuviin energioihin liittyvillä ratkaisuilla kasvavia vientituloja. Poliittinen retoriikka sivuuttaa kuitenkin usein mahdollisuuksien ja niihin liittyvien haasteiden tarkemman erittelyn, puntaroinnin ja argumentoinnin.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on eritellä tähänastista tarkemmin, millaisia mahdollisuuksia Suomella voisi olla uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa. Tutkimuksessa tarkastellaan uusiutuvien energiateknologioiden nykytilaa ja tulevaisuudennäkymiä kansainvälisesti sekä eri maiden politiikkaa ja t&k -toimintaa uusiutuvan energian edistämiseksi ja kehittämiseksi. Vertaamalla Suomen kehitystä kansainväliseen kehitykseen pyritään hahmottamaan, millä teknologian ja liiketoiminnan alueilla Suomella voisi tulevaisuudessa olla menestymisen mahdollisuuksia kansainvälisillä ja globaaleilla markkinoilla. Johtopäätöksissä esitetään, mitä Suomessa olisi tehtävä, jotta näitä mahdollisuuksia voitaisiin hyödyntää. Raportti sisältää myös yritysten ja muiden toimijoiden näkemyksiä uusiutuvan energian nykytilasta ja kehityksestä.

Tutkimuksen ovat toteuttaneet VTT ja Etlatieto Oy. VTT:ssä tutkimuksen vastuullisena johtajana on toiminut tutkimuspäällikkö Torsti Loikkanen. Pääasiallisena tutkijana on ollut VTT:ltä erikoistutkija Johanna Kohl ja Etlatieto Oy:stä tutkimusjohtaja Hannu Hernesniemi. Muut työhön osallistuneet tutkijat ovat erikoistutkija Tiina Koljonen (VTT), tutkija Tuomo Nikulainen (Etlatieto Oy), tutkija Lassi Similä (VTT), erikoistutkija Magnus Simons (VTT), teknologiapäällikkö Heli Talja (VTT), asiakaspäällikkö Ville Valovirta (VTT) ja toimitusjohtaja Pekka Ylä-Anttila (Etlatieto Oy).

Tutkimuksen ohjaus toteutettiin ministeriön eri osastojen ja Tekesin yhteistyönä. Kyseessä oli ns. ministeriön strateginen tutkimus. Tutkimuksen ohjausryhmään ovat kuuluneet neuvotteleva virkamies Seppo Kangaspunta (pj, TIEETO), Teija

Lahti-Nuuttila (Tekes), Ilkka Mella (AOS), Teija Palko (EIO), Matti Pietarinen (EIO), Pentti Puhakka (EOS) ja Kimmo Ruth (TYO).

Työ- ja elinkeinoministeriön puolesta kiitän tutkijoita ja ohjausryhmän jäseniä hyvin tehdystä työstä ja mielenkiintoisesta raportista.

Helsingissä 15.5.2012

HEIKKI RÄISÄNEN

tutkimusjohtaja

Sisältö

Alkusanat	5
Tiivistelmä	11
Summary	15
Sammanfattning	19
1 Johdanto	23
1.1 Tausta.....	23
1.2 Tavoitteet.....	26
2 Uusiutuvien energiateknologioiden nykytila ja tulevaisuusnäkymät kansainvälisesti	29
2.1 Uusiutuvien energiamuotojen teknologiat.....	29
2.1.1 Bioenergia.....	31
2.1.2 Tuulienergia.....	32
2.1.3 Aurinkoenergiateknologiat.....	33
2.1.4 Vesivoima.....	34
2.1.5 Lämpöpumput.....	35
2.1.6 Aalto- ja vuorovesivoima.....	35
2.1.7 Geoterminen energia.....	35
2.2 Uusiutuvien energiamuotojen nykytila ja investointien kehitys kansainvälisesti.....	36
2.3 Uusiutuvien energiamuotojen potentiaali ja tulevaisuusennusteet kansainvälisesti.....	43
2.3.1 Uusiutuvien energiamuotojen potentiaali.....	43
2.3.2 Globaali pitkän aikavälin kehitys.....	49
2.3.3 Uusiutuvien energiamuotojen kehitys EU:ssa.....	51
2.4 Uusiutuvan energian integrointi nykyiseen energiajärjestelmään.....	54
3 Uusiutuvaa energiaa edistävät politiikkatoimet ja t&ik-toiminta eri maissa	59
3.1 IEA:n analyysi uusiutuvia energiateknologioita edistävästä politiikkatoimista.....	60
3.2 Innovaatiopoliittinen tarkastelukehys uusiutuvien energiateknologioiden analysoimiseksi.....	61
3.3 Suomi.....	65
3.4 Tanska.....	66
3.4.1 Uusiutuviin energialähteisiin perustuva sähköntuotanto.....	67
3.4.2 Lämmitys ja liikenteen biopolttoaineet.....	67
3.5 Alankomaat.....	68

3.5.1	Uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto ja liikenteen biopolttoaineet	68
3.5.2	Alankomaiden muita keskeisiä toimenpiteitä	68
3.6	Saksan uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka.....	69
3.6.1	Uusiutuvan energian nykytila	69
3.6.2	Liittovaltion politiikkatoimet.....	69
3.7	Yhdysvaltojen uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka.....	71
3.7.1	Liittovaltion ja osavaltioiden politiikkatoimet	71
3.7.2	Yleiset ja kohdistetut politiikkatoimet.....	72
3.7.3	Vaiikutukset ja haasteet	73
3.8	Kiinan uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka.....	75
3.8.1	Yhteiskunnan rooli.....	75
3.8.2	Yleiset ja kohdistetut politiikkatoimet.....	76
3.8.3	Päätösten vaikutukset ja haasteet.....	77
3.8.4	Uusiutuvan energian integrointi energiajärjestelmään.....	78
3.9	Intian uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka.....	79
3.9.1	Tausta ja uusiutuvan energian nykytila	79
3.9.2	Liittovaltion ja osavaltioiden politiikkatoimet	80
3.9.3	Uusiutuvia energiamuotoja edistävän politiikan vertailu.	83
3.10	Uusiutuvan energian t&K-toiminta eri maissa.....	87
3.10.1	Julkaisut ja patenttiaineistot	87
3.10.2	Kansainväliset verkostot.....	98
4	Uusiutuvan energian tila ja kehittäminen Suomessa.....	100
4.1	Uusiutuvan energian merkitys Suomen energiantuotannossa ja -kulutuksessa.....	100
4.2	Suomen uusiutuvan energian tavoitteet vuodelle 2020.....	101
4.3	Uusiutuvan energian klusterin merkitys Suomen elinkeinotoiminnassa ja vientipotentiaalin arviointi.....	103
4.3.1	Uusiutuvan energian liiketoiminta Suomessa.....	103
4.3.2	Uusiutuvien energiateknologioiden ulkomaankauppa	111
4.4	Uusiutuvan energian t&K-toiminta ja rahoitus.....	148
4.5	Koulutuksesta ja osaamisesta	154
4.6	Näkymiä uusiutuvasta energiasta elinkeinona alueellisesti ja työllisyyskehityksestä	159
5	Yritysten ja muiden toimijoiden näkemyksiä uusiutuvan energian nykytilasta ja kehityksestä.....	165
5.1	Yritys- ja toimijahaastattelut	165
5.1.1	Laite- ja laitostoimittajat.....	166
5.1.2	Energiantuottajat.....	170
5.2	Kysely uusiutuvan energian alalla toimiville yrityksille.....	173
5.2.1	Liiketoiminnan syntyyn ja jatkokehitykseen vaikuttavat tekijät	175

5.2.2	Markkinat ja vienti	178
5.2.3	Patentit.....	180
5.2.4	Markkinoiden ja liiketoimintamahdollisuuksien kehitys tulevaisuudessa	181
5.2.5	Uusiutuvia energiamuotoja edistävät tekijät.....	183
5.3	Yritysten ja muiden toimijoihin näkemyksiin perustuvia suosituksia	186
6	ohtopäätökset, kehittämis ehdotukset ja suositukset	189
6.1	Uusiutuvilla energiateknologioilla mittavat kysyntänäkymät globaaleilla markkinoilla.....	189
6.2	Suomella monia menestykseen tarvittavia vahvuuksia	190
6.3	Menestyksen tiellä paljon haasteita	192
6.4	Uusiutuvien edistämisessä tarvitaan monipuolisia politiikkatoimia ja työkaluja.....	193
6.4.1	Piotoinnin ja demonstroinnin kehittäminen keskeistä	195
6.4.2	Informaatio-ohjausta ja alan viestintää tehostettava.....	197
6.4.3	Työ- ja elinkeinoministeriöllä tärkeä rooli uusiutuvien energiamuotojen edistämisessä.....	197
6.4.4	Regulaation kehittäminen.....	198
6.4.5	Systeeminen muutos	198
	Lähdeluettelo	199

Tiivistelmä

Tausta ja tavoitteet

Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen ja kestävämpään energiatuotantoon ja -kulutukseen tähtäävät kansainväliset toimet edellyttävät uusiutuvien energiamuotojen ja -tekniikoiden yhä tehokkaampaa kehittämistä ja laajempaa soveltamista. Tämä kehitys on luomassa uusiutuville energiamuodoille ja -tekniikoille mittavat globaalit markkinat. Tässä tutkimuksessa selvitetään näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa sekä tehdään ehdotuksia julkisen vallan roolista alaa koskevan elinkeinotoiminnan kehittämiseksi. Tutkimuksessa tarkastellaan ensin uusiutuvan energian markkinoiden teknologioiden, tuotteiden ja palvelujen kansainvälisiä markkinoita ja Suomen vientiä. Toiseksi tarkastellaan Suomen mahdollisuuksia kehittää uusiutuvan energian liiketoimintaa ja vientiä. Kolmanneksi tehdään näiden perusteella suosituksia alan liiketoiminnan ja politiikan kehittämiseksi.

Tutkimuksessa tarkastellaan kolmea asiakokonaisuutta

1. uusiutuvaa energiaa globaalissa katsannossa,
2. uusiutuvan energian tilaa Suomessa, sekä
3. Suomen uusiutuvan energian alan osaamista, alan liiketoimintaa ja politiikka-toimia, sekä tehdään suosituksia alan tarvittavista kehittämistoimista.

Tutkimuksen keskeisenä kohteena ovat uusiutuvat energiateknologiat. Monet energiateknologiat liittyvät kuitenkin uusiutuvien sekä uusiutumattomien energiamuotojen hyödyntämiseen ja kehittämiseen ja samoin vastaavasti monet energiateknologian vientiyritykset palvelevat sekä uusiutuvien että uusiutumattomien energiamuotojen kehittämistä. Näistä syistä tutkimuksessa on tarkoituksenmukaista tarkastella myös molempiin kategorioihin kuuluvia teknologioita, tuotteita ja markkinoita. Tutkimuksen haasteellisuutta lisää myös seikka, että suomalaisen energiaklusterin liiketoiminta on enenemässä määrin palveluja ja kokonaiskonseptien toimituksia, joista ei löydy vientitilasto-, patentti- tai muuta tässä hankkeessa käytettyä taustatietoa arvioitaessa alan nykytilaa. Lisäksi komponentteja, palveluja ja muita tuotteita saatetaan valmistaa ja toteuttaa Suomen rajojen ulkopuolella, joka ei myöskään näy suomalaisissa tilastoissa.

Uusiutuva energia globaalissa katsannossa

Uusiutuvan energian tuotantoon, teknologioihin ja kulutukseen liittyvät markkinat ovat globaalisti voimakkaassa kasvussa. Ilmastonmuutoksen hillinnän arvioidaan edellyttävän kasvihuonekaasupäästöjen puolittamista nykytasosta vuoteen 2050 mennessä sekä siirtymistä ”hiilivapaaseen” energijärjestelmään pitkällä aikavälillä.

Tämän toteuttamiseksi tarvittaisiin arvioiden mukaan noin 1000 miljardin euron vuosittaiset investoinnit. Nopeimmin kasvavat avainhyödykkeillä mitattuna aurinkoenergian ja tuulienergian teknologian maailmanmarkkinat. Aurinkokennojen markkinat olivat vuonna 2010 noin 25 miljardia USD ja tuulivoimaturbiinien markkinat vuonna 2011 hieman yli 32 miljardia USD. Kasvu on jatkossa nopeaa, esimerkiksi tuulivoimaturbiinien markkinoiden arvioidaan olevan jo 97 miljardia USD vuonna 2018. Esimerkiksi Saksassa uusiutuvat ovat tulevaisuuden energiatarjontaa koskevan järjestelmän tukipilari, ja niiden osuus sähkön tarjonnasta on tarkoitus kaksinkertaistaa vuoteen 2020 mennessä. Globaaleja markkinoita muokkaavat jatkossa USA:n ja EU:n ohella suurten kehittyvien talouksien, erityisesti Kiinan ja Intian nopean talouskasvun synnyttämät energiatarpeet.

Uusiutuvan energian tila Suomessa

Suomella on monia uusiutuvan energian alalla vientimenestykseen tarvittavia vahvuuksia, kuten kehittynyt innovaatiojärjestelmä, metsäteollisuuden myötä syntynyt bioenergia- alan huippuosaamista sekä monipuolista tutkimusta ja kehitystä. Suomi on myös globaalisti kymmenen suurimman viejän joukossa kattilavoimaloissa, moottorivoimaloissa ja staattisissa muuttajissa, jotka soveltuvat uusiutuvien ja uusiutumattomien energiamuotojen käyttöön. Tuuli- ja aurinkovoimassa Suomen vahvuusalueita ovat kapeat segmentit. T&k-intensiivisen ICT-alan perustalle kehittynyt korkeatasoinen komponenttien valmistus- ja teknologiaosaaminen on tärkeä vahvuus tuulivoiman ja muiden uusiutuvien energiatekniikoiden alueella sekä kehitettäessä tulevaisuuden älykkäitä sähköverkoja (l. smart grids), järjestelmiä (l. smart energy systems) ja jopa kokonaisia kaupunkoja (l. smart cities). Uusiutuvan energiatekniikan ja energiansäästön edistämiseksi on luotu myös useita edistämistoimia ja politiikkaohjelmia kuten uusiutuvan energian velvoitepaketti 2010, investointituet ja Tekesin uusiutuvaan energiaan liittyvät ohjelmat.

Bioenergia-alan ja -teknologian osaaminen Suomessa on korkeatasoista, mutta muiden uusiutuvien tilanne hajanaisempi niin yrityspuolella, patentoinnissa kuin esim. Tekesin ohjelmissa. Alan julkinen rahoitus on keskittynyt t&k-vaiheeseen eikä niinkään innovaatio- ja kasvuprosessin lähempänä markkinoita oleviin vaiheisiin, kuten pilotointiin. Haastateltujen yritysten mukaan uusiutuvan energian innovaatiotoiminnan rahoittaminen on hajanaista, tutkimustulosten hyödyntäminen riittämätöntä, sekä riskinotto suhteellisen pientä rahoittajien sekä yritystenkin osalta. Erityisesti alan pieni- ja keskisuuri teollisuus ei kykene riittävästi kehittämään ja myymään uusiutuvaan energiaan liittyviä koskevia kokonaisia energiateknologia- ja palvelukonsepteja. Vientiin tarvittaisiin kokonaisia järjestelmätoimituksia, mutta niistä tarvittaisiin referenssejä. Uusiutuviin energiamuotoihin ja -teknologioihin liittyvä koulutus ja osaamisen kehittäminen on hajanaista eikä sen tilaa energia-alan koulutustiedoissa käytettyjen luokittelutapojen takia tunneta hyvin.

Suositukset osaamisen, liiketoiminnan ja politiikkatoimien kehittämiseksi Suomessa

Yleisesti ottaen uusiutuvan energian edistämiseksi tarvitaan selkeää kansallista poliittista tahtotilaa ja julkista keskustelua, mutta myös alueellista ja valtakunnallista ohjausta konkreettisin toimin mm. nykyisen hallitusohjelman antamien mahdollisuuksien mukaisesti. Tässä TEM:llä voi olla vahva rooli eri politiikkatoimien sekä poikkihallinnollisten toimien koordinoijana. Erityisesti lupa- ja vaikutusten arvioinnin osalta virtaviivaistaminen eri käytäntöjen osalta nähdään tarpeellisenä. Tämä edellyttää myös eri hallinnonalojen yhteistyötä ja mm. täydennyskoulutusta esimerkiksi lupaehtojen alueellisen tasa-arvoisuuden toteuttamiseksi.

Riskinottokykyä kannustavaa julkisen vallan ohjausta sekä keskiuurten yritysten toiminnan tukemista tarvitaan ottamalla erityisesti huomioon alan kasvuyritysten edistäminen mm. pilotoinnin ja demonstroinnin mahdollistamiseksi. Palveluiden kehittäminen osaksi liiketoimintaa ja kokonaisten järjestelmien toimittaminen ovat keskeisiä uusiutuvan energian alalla toimivien liikeyritysten vientimahdollisuuksien kehittämiskohteita – kunhan referenssejä on mahdollista saada, ja nämä puolestaan kytkeytyvät usein lupien saamiseen, riskinottoon sekä osaamiseen. Ketteryys ja systeminen muutos uusiutuvan energian globaalien ja lokaalien liiketoimintamahdollisuuksien takaamiseksi, niin uusien vientimahdollisuuksien kehittämiseksi kuin jo olemassa olevien vahvistamiseksi, on haasteellista mutta välttämätöntä toimintaa pyrittäessä edistämään uusiutuvan energian globaalia liiketoimintapotentiaalia.

Koulutuksen, osaamisen ja työllistymisen yhdistävää kokonaisvaltaista, alueellista ja poikkihallinnollista näkökulmaa tarvitaan. Lisäksi tarvitaan eritellympää näkemystä uusiutuvan energian osaamisen nykytilasta ja tarpeesta tulevaisuudessa. Tällä hetkellä kokoiskuvan saaminen uusiutuvan energian osaamisesta ja työllistävyydestä on sirpaleista riippuen erityisesti siitä, mitä ja miten eri toimintoja ja kokonaisuuksia luokitellaan. Kohdennettu lisäselvityksen tarve on ilmeinen.

Teknologisesti tarvitaan erityisesti olemassa olevien tutkimusten ja kehitystöiden hyödyntämistä liiketoiminnan pitkäjänteisessä suunnittelussa. Pilotointiin, demonstrointiin ja referenssien saamiseen tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota sekä rahoittajien, tutkijoiden, yritysten että politiikkatoimien osalta. Instrumentteja on olemassa, kuten TEM:n ja Tekesin rahoitusmuodot, mutta niiden hyödyntämisen pullonkaulat on selvitettävä eri toimijoiden näkökulmasta.

Yhä vahvemmin tarvitaan ilmastonmuutoksen ja luonnonvarojen käytön haasteiden integroivaa ymmärrystä taloudellisten haasteiden ja mahdollisuuksien näkökulmien kanssa. Erityisesti ympäristöä, elinkeinotoimintaa ja osaamista yhdistävä systemaattinen politiikan tulevaisuustarkastelu tuo esiin Suomen tilanteen verrattuna muihin maihin. Alueellisesti katsottuna virtaviivainen ohjeistus ja yhteistyö lupakäytäntöjen ja ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee olemaan keskeisessä roolissa uusiutuvan energian ekologisista, taloudellisista ja sosiaalisista vaikutuksista tarkasteltaessa. Pitkäjänteinen ja suunnitelmallinen liiketoiminta, joka perustuu eettisesti, yhteiskunnallisesti ja ympäristön kannalta vastuullisiin arvoihin on

pitkällä jännteellä myös tuottavinta ja tämä näkyy myös pieneltä osin jo yritys­kyselyn tuloksissa. Tutkimuksen pohjalta näemmekin yhteiskunta- ja ympäristövastuukysymykset liiketoiminnan kehittämisen eräinä moottoreina myös Suomessa.

Systeemistä muutosta uusiutuvaan energiaan liittyvän liiketoiminnan kehittämiseksi Suomessa voidaan edistää myös kokoamalla alan kansainvälisiä kokemuksia. Teollisuudessa ja yritystoiminnassa tulisi kehittää uusiutuvan energian teknologioiden ohella myös palvelukonsepteja ja järjestelmätoimituksia, mihin suuntaan osa yrityksistä onkin jo suunnannut tulevaisuuden liiketoimintaansa. Tavoitteena tulee olla alan haasteiden kääntäminen mahdollisuuksiksi riskejä ennalta tunnistuen ja arvioiden ja ottamalla myös riskejä uudenlaisten avausten muodossa. Eri toimijoiden kannustaa asenteiden muutokseen mm. lisäämällä tietoa ja tiedotusta uusiutuvien käytön kustannuksista, kestävydestä sekä investointien pullonkauloista. Ennen kaikkea Suomessa tarvitaan laaja-alaista eri alojen toimijoiden tuloa mukaan energia-alan keskusteluun ja erilaisiin toimintoihin. Poikkihallinnollisuus ja tietedenvälisyys ovat uusiutuvan energian hyödyntämisen ja liiketoiminnan edistämiseksi edellytyksiä, jotka eivät vielä ole yleisesti muuttuneet strategiasta toiminnaksi.

Summary

Background and goals

The development of various renewable energy sources and technologies is necessary in mitigating global greenhouse gas emissions and in shifting energy production and consumption structures towards sustainable development path. This development creates for renewable energy technologies extensive global markets. This study explores prospects and opportunities for Finnish products and know-how in global renewable energy markets and needs to develop public policies in the promotion of industrial, commercial and export activities in this field. First the study considers international markets of renewable technologies, products and services and the export of Finland in these fields. Second the study analyses the opportunities of Finland to develop businesses and export of renewables. Third, the study draws conclusions and makes suggestions to develop Finnish innovation and business activities and policies for the promotion of export of renewable technologies, products and services.

The study focuses on three areas

1. current and future global trends of renewable energies,
2. production and consumption of renewable energy in Finland, and
3. expertise areas and competences of renewable energies in Finnish industrial and research communities, current policies and recommendations of future policies in the promotion of renewable businesses and export .

The study concentrates on analysing renewable energies but many technologies relate however to utilisation and development of both renewable and non-renewable energy sources. Respectively export products, technologies or services of several companies in the field relate both to renewables and non-renewables. For these reasons the study considers in an appropriate way technologies, products and markets of both categories, not only renewables.

Global trends in renewable energy market

Global markets for renewable energy production, renewable energy technologies and technologies for efficient use of energy are growing rapidly. Climate change mitigation is assessed to require halving of global greenhouse gas emissions by 2050, and transition into carbon free energy system is needed in the long term. It is estimated that annual investments to achieve the targets are approximately 1000 billion euros. Technologies for solar energy and wind energy are growing the fastest. The markets for solar cells were about 25 billion USD in 2010 and the markets for wind power turbines slightly over 32 billion USD in 2011. The growth rate will remain high, as global markets for wind power turbines are assessed to reach 97 billion USD in 2018. In Germany, for example, the energy supply of the future will be largely

based on renewable energy, the share of which of total supply is aimed to double by the year 2020. In the coming years, in addition to the USA and the EU, the global markets are affected by rapidly growing energy demand of developing economies, especially China and India.

Renewable energy in Finland

Renewable energy sector in Finland has many key elements for successful export, such as advanced innovation system, strong traditional competences in bioenergy sector developed within pulp and paper industry, and versatile research and development activities and advanced innovation system and related policies. Finland is among ten largest exporters in power plant boilers, engine power plants and static converters, which are applicable for both renewable and non-renewable energy production and systems. The strengths of Finland in wind and solar power lie however in more narrow segments. Highly qualified component manufacturing and technology know-how built on R&D intensive ICT sector forms strong technological competences also for wind power and other renewable energy, as well as for development of future Smart Grids, smart energy systems and even smart cities. Finland has also implemented several policy measures to promote energy efficiency and renewable energy, such as obligation scheme for renewable energy 2010, investment grants, and technology programmes related to renewable energy by the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (Tekes).

The knowledge and knowhow level in bio energy and technology in Finland is high but the current state of other renewables is more diffused in industry, patenting as well as in Tekes programs. The public R&D funding has concentrated in innovation process on R&D but less on phases closer to markets such as piloting. According to companies interviewed in the study the funding of renewables innovation activities is fragmented, the utilisation of research results is insufficient, and risk taking is relatively low among funding organisations alike in companies as well. Especially small and medium sized companies cannot develop and market large energy technology and service concepts sufficiently. Export requires delivery of comprehensive renewable energy system delivery but marketing of such delivery requires references. Education and competence development in the field of renewable energy is fragmented and moreover the state of education and competence development is not even known due to current classification of education in energy field.

Recommendations

In general the promotion of renewable energy requires a clear national policy will and public debate but also regional and national level guidance and concrete measures, also in context and according to related measures presented by Government Programme. The Ministry of Employment and the Economy can have in these activities a strong coordinating role across various administrations. Especially the streamlining of permission and impact assessment procedures and practices are

considered very important. This requires close collaboration among administrations and, among others, also supplementary education for example in enforcement of regional equality of permit conditions.

Public policy measures are needed to encourage small and medium sized companies and growth companies in risk taking in developing renewable technologies and especially in order to enable piloting and demonstration activities. The development of services as a part of businesses and a delivery of comprehensive entire products plus services business concepts and systems are among key focuses in developing export of renewable businesses and in creating required references. References are also connected often to permits needed in production of renewable energy, risks and needed expertise. Agility and system change are challenging but necessary characteristics in the promotion of global business potential of renewable energy but in the creation of entirely new export opportunities or reinforce existing exports.

In the promotion of education, competencies and employment in the area of renewable energy a comprehensive regional and cross administrative approach is needed. In addition a more specific understanding is needed of the current state and future opportunities of Finnish expertise in the field of renewable energy. Today a comprehensive understanding of the competencies and employment opportunities of renewable energy is fragmented due to imperfect data and statistics. In this field the analysis of this report is recommended to be completed by a separate examination in the future.

Existing research and development work shall be utilised effectively in long-term planning of renewable energy businesses. In the development of activities of financing organisations, research community, industries and policies attention shall be paid increasingly to the development of piloting, demonstration and acquisition of references. Several instruments already exist but the bottlenecks in their utilisation shall be solved from the angle of various actors.

An increasing integrated understanding is needed of the climate change and challenges in the use of natural resources in considerations of related economic challenges and opportunities. A systematic future oriented combined analysis of environment, industrial activities and competences bring forth a comparative state of Finland to other countries. In regions of Finland a streamlined steering and collaboration in permission procedures and environmental impact assessment will play a key role in the in the considerations of ecological, economic and social impacts of renewable energy.

The questionnaire made in this study supports the value related conclusion that businesses which are based on a long-term planning and on ethical social and environmental responsibilities, are in the long run also most productive. Issues related to social and environmental responsibilities are also in Finland important drivers of businesses.

Systemic change towards renewable energy structure and related business can be promoted also by gathering and analysing international experiences. Besides

renewable energy technologies also industrial and entrepreneurial activities shall be develop to produce service concepts and renewable energy systems delivery. The objective is to change the change of challenges to opportunities by identifying and assessing risks in advance and taking risks by new openings. Attitudes can be changed i.a. by enhancing information and awareness of the costs of renewable energy production and consumption, sustainability and bottlenecks of investments. What is needed in particular is extensive participation of various actors into energy debate and related other activities. Cross administrative and interdisciplinary approach are important conditions for the promotion of utilisation renewable energy and related business activities in the implementation of renewable energy strategy.

Sammanfattning

Bakgrund och målsättning

Bekämpningen av utsläpp av växthusgaser och skiftet mot en hållbar energiproduktion och -konsumtion förutsätter att förnybara energiformer och -teknologi utvecklas. Den här utvecklingen skapar en vid global marknad för teknologi för olika former av förnybar energi. I det här forskningsprojektet granskas utsikterna och möjligheterna för finska produkter och finländsk know-how gällande förnybar energi i global konkurrens och behovet av att utveckla det offentliga stödet för industriella, kommersiella eller exportrelaterade aktiviteter inom branschen. Först granskas den internationella marknaden för teknologi, produkter och service för förnybar energi samt Finlands export på det här området. I följande skede studeras vilka möjligheter Finland har att utveckla av sin affärsverksamhet och export, och slutligen ges rekommendationer på basis av dessa för utveckling av den finska innovations- och affärsverksamheten och hur man kunde stödja exporten av teknologi, produkter och service för förnybar energi.

I forskningsarbetet granskas tre helheter:

1. förnybar energi i ett globalt perspektiv nu och i framtiden
2. förnybara energins roll i Finland, och
3. finsk expertis och kompetens för förnybar energi inom industrin och forskningen, hur man nu främjar relaterad affärsverksamhet och export samt rekommendationer för utvecklingsåtgärder

Forskningen berör i huvudsak förnybar energi, men eftersom många teknologiska lösningar kan användas för produktion av både förnybar och icke förnybar energi granskas teknologi, produkter och marknader för båda energiformerna.

Förnybar energi ur ett globalt perspektiv

Den globala marknaden för förnybar energiproduktion och -teknologi, samt förbrukningen av förnybar energi växer kraftigt. För att kontrollera klimatförändringen måste utsläppen halveras i förhållande till dagsläget före år 2050, vilket betyder att man måste övergå till ett energisystem som inte skapar växthusgaser. Detta kommer att kräva investeringar på ca 1000 miljarder euro per år. Den snabbaste tillväxten sker på sol- och vindenergis område. Marknaden för solceller var år 2010 ca 25 miljarder USD och vindturbinmarknaden år 2011 ca 32 miljarder USD. I framtiden kommer tillväxten att vara snabb. Till exempel har man förutspått att marknaden för vindturbiner kommer att vara 97 miljarder USD redan år 2018. I Tyskland är den förnybara energin redan en stöttepelare i energiutbudet och målsättningen är att dess roll i elproduktionen skall fördubblas för år 2020. Förutom Europa och USA kommer också den snabba utvecklingen och tillväxten i efterfråga på energi i länder så som Kina och Indien att forma den globala marknaden.

Förnybar energi i Finland

I Finland har vi många fördelar i utvecklingen av förnybar energi: det finska innovationssystemet med forskning och utveckling hos t.ex. Teknologiska forskningscentralen VTT och Tekes, samt skogsindustrins kunnande inom bioenergi. Finland hör till tio i topp länderna i export av kraftverksspannor, motorkraftverk och frekvensomriktare som kan användas för produktion av både förnybar och icke förnybar energi. På sol- och vindenergis område finns den finska styrkan i smala segment. Det högtstående tillverkningskunnande av komponenter, som uppstått inom den forsknings- och utvecklingsintensiva ICT branschen, utgör en styrka inom tillverkning av teknologin för vindenergi och andra förnybara energiformer. Inom området för energiteknik och energieffektivitet har man skapat ett flertal utvecklingsinitiativ och politiska program såsom åliggandet för andelen förnybar energi 2010 och Tekes bioenergiprogram.

Det finska kunnandet inom bioenergin är på hög nivå internationellt sett, men på de andra förnybara energiformernas område är kunnandet mera splittrat både då det gäller affärsverksamhet, patentering och till exempel Tekes forskningsprogram. Branschens offentliga finansiering fokuserar mera på innovationer inom forskning och utveckling än på mera marknadsnära frågor som t.ex. pilotinstallationer. Enligt representanter för finsk industri som intervjuades i forskningsprojektet är den finansieringen av utvecklingen av förnybar energi spridd och utnyttjandet av resultaten otillräcklig. Dessutom ansåg de intervjuade att risktagningsförmågan är för låg både hos företagen och hos de offentliga finansiärerna. Detta syns speciellt hos små och medelstora företag, som inte förmår att i tillräcklig grad utveckla och sälja större produkt- och servicehelheter på den förnybara energis område. För att utveckla exporten krävs allomfattande systemleveranser, men ett stort problem är avsaknaden av referenser. Utbildningen relaterad till förnybar energi är också splittrad.

Rekommendationer för utveckling av kunskap, affärsverksamhet och politisk aktivitet i Finland

Befrämjandet av affärsverksamhet inom förnybar energi förutsätter en entydig nationell politisk vilja och öppen diskussion. Dessutom behövs regional och nationell styrning genom konkreta åtgärder på basen av bland annat ikraft varande regeringsprogram. Här kan Arbets- och näringsministeriet spela en central roll som koordinator av den politiska verksamheten över gränserna mellan de olika ministerierna. Detta förutsätter samarbete mellan förvaltningsområden och utveckling till exempel för att skapa regional jämlikhet i ansökning av tillstånd för produktion av förnybar energi.

En offentlig styrning för främjande av de medelstora företagens risktagningsförmåga behövs för att skapa möjligheter för tillväxtföretag att demonstrera ny teknologi och nya produkter. Service som en del av affärsverksamheten och leveranser av hela energiproduktionssystem är centrala utvecklingsobjekt för att förbättra företagens konkurrenskraft på exportmarknader. Flexibilitet och en system inriktad

utveckling är nödvändig för att främja den finska industrins möjligheter i en global marknad för förnybar energi.

För att utveckla skolning, kunnandet och sysselsättning inom förnybar energi behövs en helhetlig förvaltning över förvaltningsområden och regioner. Dessutom behövs en klarare fokus på den förnybara energins behov. Idag är bilden av den förnybara energin diffus bland annat p.g.a. bristfällig klassificering och kategorisering inom energiområdet. Det finns ett klart behov för mera utvärderingar.

Fokus för den teknologiska utvecklingen bör sättas mera på piloter, demonstration och referenser av ny teknologi. Detta gäller för både finansiärer, forskning, företag och politiska åtgärder. Instrument för detta finns tillgängliga, men flaskhalsar i utnyttjandet av dessa bör utredas från de olika aktörernas synvinkel.

I den politiska styrningen behövs även en klarare insikt i hur klimatförändringen och utnyttjandet av naturresurser skall kopplas till ekonomiska utmaningar och möjligheter. Ett systematiskt framtidsperspektiv på miljö, affärsverksamhet och kunnande kan föra fram Finlands situation i förhållande till andra länder. Samstämmiga regionala instruktioner och regional styrning av tillståndsförfaranden och utvärdering av miljökonsekvenser kommer att spela en central roll i den förnybara energins möjligheter att påverka den ekologiska, ekonomiska och sociala utvecklingen.

En långsiktig planering och en etiskt, samhälleligt och ur miljöhänsyn hållbar affärsverksamhet kommer i det långa loppet att vara den mest lönsamma. Det syns redan i viss grad i företagets resultat. Forskningen bakom denna rapport visar att samhälleliga och miljöfrågor kommer att fungera som en motor för affärsverksamheten i framtiden även i Finland.

En systemisk förändring i affärsverksamheten kring förnybar energi i Finland kan också främjas genom att samla in internationella erfarenheter från branschen. Nya servicekoncept och helhetssystem behövs inom industrin och företagen. Målsättningen bör vara att ändra branschens utmaningar till möjligheter genom att identifiera och utvärdera risker på ett nytt sätt. Attityder kan ändras genom att tillföra information och kunskap om förnybara energins kostnader, hållbarhet och investeringarnas flaskhalsar. Fram för allt behövs en bred uppslutning av representanter från olika branscher och områden för att diskutera och planera för framtiden.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Suuret haasteet (Grand Challenges), kuten luonnonvarojen ja ruoan riittävyys väestön ja talouskasvun seurauksena, ilmaston lämpeneminen, väestön ikääntyminen ja erilaiset kriisit (esim. taloudellinen epävakaus, sodat tai luonnonmullistukset) ovat haasteita, joihin tulee pystyä vastaamaan tai varautumaan niin lokaalisti kuin globaalistikin. Nämä haasteet kietoutuvat yhteen, eikä enää ole mahdollista tehdä vain sektori- tai maakohtaista politiikkaa tai vain yhden tieteenalan tutkimusta, jos halutaan selviytyä maailmanlaajuisista ongelmista. EU-maat eivät tuoreen selvityksen mukaan kulje suurten haasteiden tutkimuksessa ja niiden rahoituksessa eturintamassa – Kiina, Etelä-Korea ja USA ovat suurten haasteiden edessä useita askeleita edellä ja ne ovat kääntäneet nämä myös liiketoiminnallisiksi mahdollisuuksiksi (Leijten ja kumpp., 2012).

Uusiutuva energia ja sen potentiaaliset liiketoimintamahdollisuudet ovat yksi tapa tarkastella suurten haasteiden mukanaan tuomia mahdollisuuksia paitsi poikikihallinnollisesti, tieteiden välisenä tarkasteluna, myös uudenlaisten teknologioiden ja markkinoiden luomisen näkökulmasta. Selvää on, että uusiutuvan energian liiketoimintapotentiaalin arviointi ja ennakointi ei ole vain teknistaloudellisen kehityksen arviointia. Yhteiskunnalliset vaikutukset, kuten työllisyys, hyvinvointi, osaaminen ja koulutus sekä ympäristölliset vaikutukset ovat tulleet jäädäkseen myös perinteisten teknis-taloudellisten ja markkinatarkastelujen oheen. Suomessa tarvitaan kokonaisvaltaista, pitkäjänteistä ja systemaattisesti ennakoivaa otetta liiketoiminnan haasteista päästään ja liiketoiminnan mahdollisuuksien tarkasteluun.

Suomessa pitkän aikavälin ilmasto- ja energiapoliittinen strategia (Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko, 2009) pyrkii linjaamaan tavoitteita ja toimenpiteitä vuoteen 2050 saakka. Siinä on linkitetty edellä kuvattuja suuria haasteita tai ainakin avattu keskustelua niistä. Keskeistä on systeeminen muutos, jotta Suomea veloit-taviin päästövähennystavoitteisiin päästään: tarvitaan käytännön muutoksia energiatalouteen, yhdyskuntarakenteeseen ja liikkumiseen sekä Suomen koko teolliseen järjestelmään. Näissä muutoksissa erilaiset toimijat, myös yritykset, ovat keskeisessä asemassa. Toisaalta ilmasto- ja energiapoliittiset muutostarpeet tuovat haas-teita liiketoimintaan, mutta yhtä lailla ne voidaan myös kääntää mahdollisuuksiksi. Ollaanko Suomessa tällä tiellä? Sitä osaltaan tarkastellaan tässä selvityksessä.

Tuoreessa EU komission tekemässä vertailussa näkyy Suomen suhteellisesti heikko asema ympäristöteknologioissa verrattuna muihin Pohjois-Euroopan valtioihin, jossa Tanska, Alankomaat, Ruotsi ja Saksa ovat ilmastomuutoksen torjunnassa teknologisen kehityksen eturintamassa (Innovation Union Competitiveness Report 2011). Tätä puidaan tässä raportissa mm. patenttien ja viennin näkökulmista.

IEA ja useat muut organisaatiot arvioivat energian kulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen kaksinkertaistuvan nykyisestä vuoteen 2050 mennessä väestön ja talouskasvun myötä. Suurinta kasvu on kehittyvissä talouksissa, erityisesti Aasiassa. Ilmastomuutoksen hillintä turvalliselle tasolle edellyttäisi kuitenkin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä puoleen nykytasosta vuoteen 2050 mennessä, mikä edellyttää siirtymistä päästöttömään energiajärjestelmään ja arvioiden mukaan noin 1000 miljardin euron investoinnit vuosittain (VTT 2009). Kasvava energian kysyntä ja tarve uudistaa nykyinen energiajärjestelmä kokonaisvaltaisesti avaavat valtavat markkinat puhtaalle energiateknologialle ja -palveluille. Suomalaisen energiaklusterin vienti on kasvanut vuosittain lukuun ottamatta talouslamavuotta 2009. Vuonna 2008 suomalaisen energiaklusterin vienti oli noin 8 miljardia euroa (Etlätieto 2010 & 2011). Tässä yhteydessä tulee kuitenkin huomata, että teknologian viennin ohessa myös palvelujen vienti on nykyään merkittävää. Siitä ei kuitenkaan ole saatavilla tilastotietoja eikä palveluviennin suuruutta pystytä siten luotettavasti arvioimaan. Lisäksi energiaklusterin rajaaminen on haastavaa, koska tietyt komponentit, prosessit tms. eivät suoraan liity energiasektoriin, mutta epäsuorasti ne voitaisiin hyvinkin kytkeä myös energia-alaan.

Uusiutuville energialähteille on ominaista, että niiden kestävä käyttö ei vähennä niiden varantoa pitkällä aikavälillä. Suomessa käytössä olevia uusiutuvia energialähteitä ovat vesi- ja tuulivoima, aurinkoenergia, maalämpö, biokaasu, kierrätys- ja jätepolttoaineiden biohajoava osuus, puuperäiset polttoaineet sekä muut kasvi- ja eläinperäiset polttoaineet (Tilastokeskus 2009). Sekä Suomessa että globaalisti suurin osa uusiutuvan energian käytöstä pohjautuu puuperäisen biomassan käyttöön. Kehitysmaissa perinteistä polttopuuta käytetään lähinnä ruoanlaittoon ja lämmitykseen, kun taas Suomessa biomassan käyttö on kiinteästi integroitunut metsäteollisuuteen ja lisäksi biomassaa käytetään energiatehokkaasti sekä teollisuuden että yhdyskuntien energiantuotantoon.

Suurin osa maailman ja myös Suomen energiatarpeesta katetaan fossiilisilla polttoaineilla, jotka ovat muodostuneet biomassasta ja varastoituneet maaperään miljoonien vuosien kuluessa. Fossiilisiin polttoaineisiin luetaan kivihili, ruskohiili, maakaasu ja raakaöljystä jalostetut polttoöljyt. Myös turve luokitellaan kansainvälisissä luokituksissa fossiiliseksi polttoaineeksi. Suomessa se luokitellaan nykyisin ”hitaasti uusiutuvaksi biomassapolttoaineeksi” (Tilastokeskus 2009). Ydinvoimalaitoksissa käytettävä uraani ei kuulu fossiilisiin eikä uusiutuviin energialähteisiin.

Energiapolitiikka ja -järjestelmät ovat vahvasti sidoksissa ilmasto-, hyvinvointi- ja talouskysymyksiin. On usein sanottu, että yhteiskuntapoliittisesti energia on ollut tarkoitus, ei väline, millä tarkoitetaan energiapolitiikan kytköstä ulko-, teollisuus-, alue- ja maatalouspolitiikkaan. Tällä on selitetty myös energiapoliittisen ohjauksen lyhytjänteisyyttä, joka on lisännyt epävarmuutta juuri investointien suunnittelussa (Vehmas 2011.)

Uusiutuvan energian tuotannosta ja käytöstä on monia linjauksia sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Uusiutuvan energian käyttöön vaikuttavat Suomen omat

energia- ja ilmastopoliittiset linjaukset sekä EU:ssa tehdyt päätökset ja direktiivit. EU:n direktiivit uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävä päästökauppadirektiivi määrittävät EU:n jäsenvaltioille vuodelle 2020 sitovat tavoitteet, jotka Suomen on otettava huomioon energia- ja ilmastopoliitikassaan. Valtioneuvosto hyväksyi 6.11.2008 uuden pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian, jossa käsitellään ilmasto- ja energiapoliittisia toimenpiteitä yksityiskohtaisesti vuoteen 2020 ja viitteenomaisesti aina vuoteen 2050 asti. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on keskeinen syy lisätä uusiutuvan energian käyttöä, mutta ilmasto- ja energiastrategiassa uusiutuvilla energialähteillä on merkitystä mm. seuraavilla aloilla:

- bioenergian ja muun kotimaisen energian käytön edistäminen;
- tutkimuksen ja tuotekehitykseen panostaminen ja
- energiasektorin huoltovarmuuden ylläpitäminen.

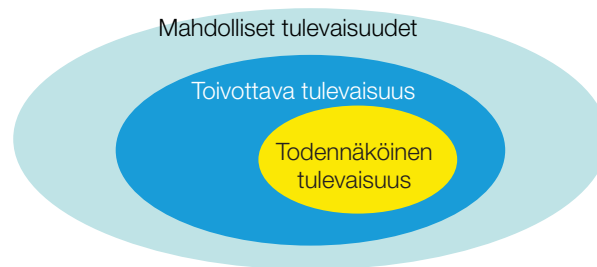
Uusi hallitusohjelma sisältää joukon uusiutuvaa energiaa ja Suomen energia- ja ilmastopoliittikkaa koskevia linjauksia sekä toimenpidesuunnitelmia, kuten kansallisen energia- ja ilmastostrategian päivittämisen sekä Suomen pitkän aikavälin ilmastopoliittisen EU-strategian. Hallitusohjelmaan on kirjattu, että hallitus edistää Suomen mahdollisuuksia selviytyä ja hyötyä edessä olevista energia- ja ilmastohaasteista mm. panostamalla ilmasto- ja energiateknologian tutkimukseen, tuotekehitykseen ja soveltamiseen sekä alan palveluihin. Tavoitteena on, että Suomi kehittyisi vähäpäästöisten ratkaisujen kärkimaaksi. Uusiutuva energia ja siihen liittyvät teknologiat ja palvelut ovat merkittävä osa tätä osaamista.

Ilmastonmuutos asettaa taloudelle vakavan haasteen. Jos minkäänlaisiin toimenpiteisiin ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ei ryhdytä, arvioi Sternin raportti (2006) ilmastonmuutoksen kokonaiskustannusten ja riskien vastaavan vuosittain yhteensä vähintään 5 % menetystä globaalista bruttokansantuotteesta. Jos riskejä ja vaikutuksia otetaan laajemmin huomioon, arviot vahingoista voivat olla 20 % BKT:stä tai jopa sen yli. Verrattuna hallitsemattoman ilmastonmuutoksen aiheuttamiin kustannuksiin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä syntyvien kustannusten arvioidaan Sternin raportissa olevan vuosittain 1 % globaalista bruttokansantuotteesta (Stern 2006, vi.). Koska ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä ja kustannuksia on mahdotonta arvioida tarkasti, ilmastonmuutosta pyritään globaalisti hillitsemään vakauttamalla kasvihuonekaasupäästöt turvalliselle tasolle. Vuoteen 2012 voimassa oleva YK:n ilmastosopimus on vain ensi askel ja uuden, neuvotteluiden alla olevan sopimuksen tavoitteena on vakauttaa ilmakehän lämpeneminen tällä vuosisadalla kahteen asteeseen. Tämä edellyttää siirtymistä vähähiiliseen yhteiskuntaan, jossa uusiutuvilla energialähteillä olisi hyvin merkittävä rooli.

Nämä muutostekijät ajoissa ennakoiva yritys - ja yhteiskuntakin - voi toisaalta myös suuntautua uudelleen kehittämän aivan uudenlaista liiketoimintaa, palveluita ja ratkaisuja. OECD on vuonna 2011 julkaissut Green Growth eli vihreän kasvun strategiansa, ja myös Tekes on käynnistänyt uuden Green Growth -ohjelman. Ovatko Suomi ja suomalaiset yritykset osa vihreää kasvua liittyy kysymykseen

mahdollisista, toivottavista ja todennäköisistä tulevaisuuksista. Hahmotus Suomen tilasta voidaan tehdä ensin mahdollisia tulevaisuuksia pohtien, sen jälkeen siirtytään miettimään positiivisessa hengessä mikä on toivottavaa ja lopulta mikä liiketoiminnan osalta on todennäköistä tulevaisuutta. Tätä kehikkoa on käytetty tätä työtä jäsentävänä mallina (Kuva 1.1).

Kuva 1.1. Mahdolliset, toivottavat ja todennäköiset tulevaisuudet.



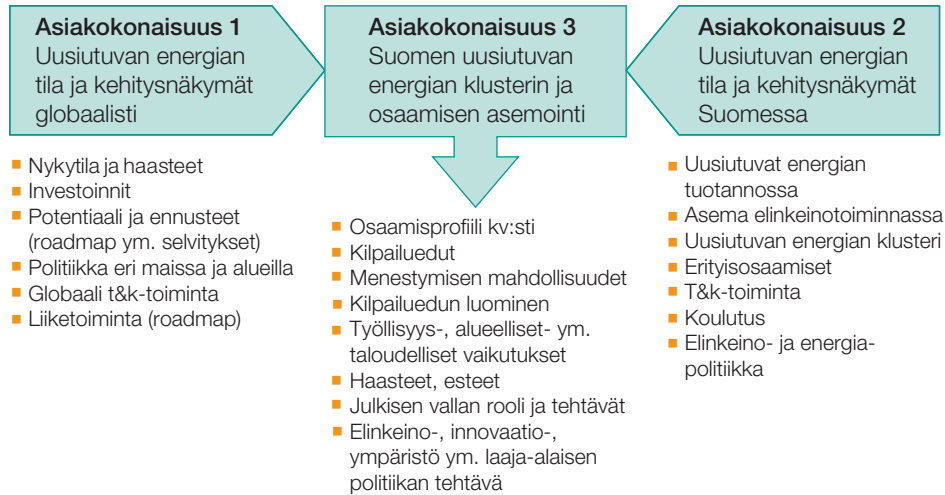
1.2 Tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on ollut tuottaa soveltuvaa, päätöksentekoa tukevaa tietoa uusiutuvaan energiaan liittyvän politiikan liiketoiminnan tukemiseksi. Hankkeessa on tutkittu seuraavaa:

1. On tuotettu uusiutuvaan energiaan liittyvän politiikan ja liiketoiminnan kehittämiseen soveltavaa tietoa.
2. On tarkasteltu Suomen mahdollisuuksia globaaleilla markkinoilla.
3. On arvioitu suomalaisen liiketoiminnan ja viennin mahdollisuuksia kehittyä arvioiden erityisesti taloudellisen toiminnan merkittävyyttä.
4. On esitetty elinkeinotoiminnan toteuttamisen mahdollistavat toimenpideehdotukset julkisen vallan roolista käsin.

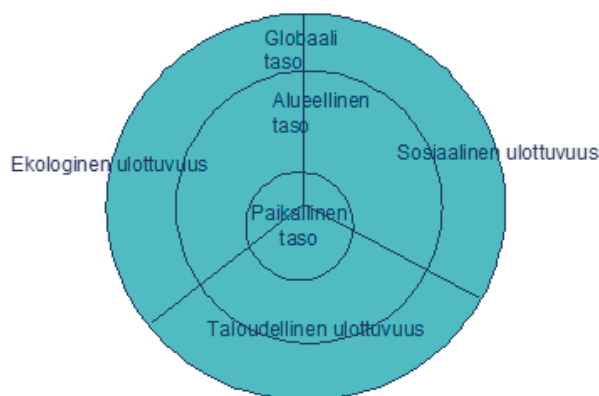
Hankkeessa on jäsennetty globaalia ja kansallista tutkimus- ja kehittämistietoa teknisistä, liiketoiminnallisista, ympäristökysymysten sekä ylipäänsä erilaisista yhteiskunnallisista näkökulmista. Lisäksi hankkeessa on arvioitu tulevaisuuden vaihtoehtoja eri liiketoiminnan kehittämisen näkökulmista. Tulokset ovat suoraan hyödynnettävissä liiketoiminnan ja politiikan teon välineinä. Hanke on keskittynyt nimenomaan avaamaan uusiutuvan energian tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuuksia nykytiedon pohjalta. Kuvassa 1.2 on esitetty kokoavasti tämän hankkeen asiakokonaisuudet.

Kuva 1.2. Tutkimushankkeen asiakokonaisuudet ja niiden väliset yhteydet.



Uusiutuvan energian liiketoimintaa tarkastellaan myös maantieteellisen ja kestävän kehityksen ulottuvuuksien avulla. Painopiste tässä hankkeessa on eri maantieteellisten tasojen linkkien avaamisessa eri kestävän kehityksen ulottuvuuksia unohtamatta (ks. kuva 1.3). Globaalisti tässä raportissa käsitellään erityisesti uusien kasvavien talousmahtien, kuten Kiina ja Intia tilannetta, perinteisesti tällä sektorilla jo pitkään työtä tehneitä maita, kuten useat Euroopan maat (Tanska, Saksa, Hollanti) ja toisaalta Euroopassakin uudempia tulokkaita, kuten Itä-Euroopan maat.

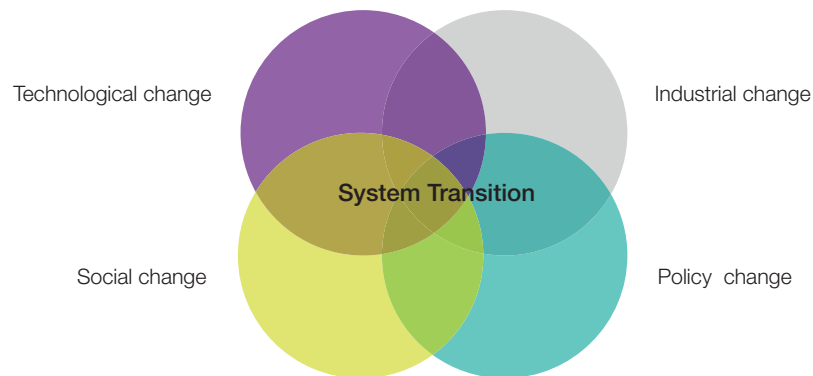
Kuva 1.3. Hankkeen kattamat maantieteelliset tasot ja kestävän kehityksen ulottuvuudet.



Samalla tavoin kuin kestävän kehityksen ulottuvuuksien tarkastelua, on tarkoitus lähestyä myös uusiutuvaan energiaan liittyvää systeemistä muutosta teknologisen,

teollisen, sosiaalisen ja poliittisen muutostekijöiden ja toimenpiteiden kautta (ks. kuva 1.4). Tämä on tosin vain pieneltä osin mahdollista tässä hankkeessa, koska liiketoiminnan kehittäminen on vain yksi muutostekijä ja mahdollisuustekijä systeemin muutoksen aikaansaamiseksi.

Kuva 1.4. Systeemisen muutoksen eri osiot, joiden tulee linkittyä toisiinsa muutoksen aikaansaamiseksi (vrt. Eerola & Loikkanen, 2009).



Muutos ei liity vain teknologiaan tai teollisuuteen, vaan kyseessä on myös yhteiskunnallinen ja mm. poliittisen tahtotilan muutos. Jotta muutosta voidaan arvioida, pitää ensin tunnistaa eri toimijoiden tarpeet ja tavoitteet, erilaisia muutosmahdollisuuksia ja arvioida vaihtoehtoja. Uusiutuvan energian osalta yhteiskunnallisen muutoksen kytkeminen teknologiseen muutokseen on vielä puutteellista. Esimerkiksi sosiaalisesti kestävä kehitys on toistaiseksi ymmärretty useimmiten työllisyyskysymyksinä ja aluepoliittisina kysymyksinä. Yksi merkittävä tekijä on myös osaaminen ja koulutus, jota tässä raportissa käsitellään hajanaisen tiedon vuoksi vain esimerkkien valossa. Oma ulottuvuutensa yhteiskunnallisessa muutoksessa on siinä tapahtuva ihmisten uudenlaisen osallistumisen ja heidän kokemuksellisen tietonsa hyödyntäminen eli siirtyminen teknologiatyöntöisyydestä kohti tarve- ja haastelähtöisyyttä (Sairinen ja kumpp. 2010; Kohl 2011). Ilmastonmuutoksen haasteeseen vastaamiseksi yli maantieteellisten rajojen kansalaisten aktiivisuutta on hyödynnetty menestyksellisesti alhaalta ylöspäin tulevana voimana WWViews-kansalaiskuuleminen -hankkeessa, jossa 38 eri maan kansalaiset pystyivät jakamaan huolensa globaalissa kansalaiskuulemisessa. Tavoitteena tässä oli kansalaisyhteiskunnan vahvistaminen institutionaalisten rajojen yli ja vaikuttaminen ja tiedon lisääminen sitä kautta (Rask & kumpp. 2012 sekä www.wwviews.org). Onko mahdollista tai tarpeellista pohtia uusiutuvan energian käyttöä, kehitystä ja uudistuksia sekä niihin liittyviä liiketoiminnan rajoitteita ja mahdollisuuksia, vastuullisuutta ja kestävyyttä yli sektori- ja institutionaalisten rajojen, eli yllä olevien kuvien rajoja hämärtäen?

2 Uusiutuvien energiateknologioiden nykytila ja tulevaisuusnäkymät kansainvälisesti

2.1 Uusiutuvien energiamuotojen teknologiat

Uusiutuvia energiamuotoja ja niiden hyödyntämiseen liittyviä teknologioita on lukuisia. Osa niistä on kaupallista, konventionaalista teknologiaa, mutta osa on vasta kehitysvaiheessa ja kaukana kaupallisesta sovelluksesta. Uusiutuvaa energiaa voidaan hyödyntää suoraan muun muassa sähkön, lämmön ja jäähdytysenergian sekä mekaanisen energian tuotantoon. Lisäksi uusiutuvista energialähteistä voidaan tuottaa neste- ja kaasumaisia sekä kiinteitä polttoaineita. Uusiutuvaa energiaa tuotetaan keskitetysti suurissa laitoksissa sekä hajautetusti, jolloin energian tuotetaan lähellä käyttöpistettä. Jälkimmäisessä tapauksessa laitokset ovat tyypillisesti pieniä ja kokoluokaltaan alle 1 MW_{th}, kun taas keskitetyt energiantuotantolaitokset voivat olla polttoaineteholtaan jopa satoja megawatteja. Uusiutuvaa energiaa käytetään sekä yhdyskuntien että teollisuuden sähkön ja lämmön tuotantoon ja energianväylässä määrin myös liikenteen polttoaineena. Suomessa suurin uusiutuvan energian käyttäjä on metsäteollisuus, jossa biomassaa ja muita metsäteollisuuden sivuvirtoja hyödynnetään metsäteollisuuden omaan energiankäyttöön ja joissain tapauksissa myös yhdyskuntien lämmitysenergiaksi. Biomassaa käytetään Suomessa myös yhdyskuntien yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa (CHP), jossa biomassaa käytetään usein yhdessä turpeen kanssa ns. sekapolttokattiloissa. Suomessa on pitkäjänteisesti osaamista biomassan hyödyntämisessä ja pitkät perinteet esim. kattilateknologioiden kehittämisessä.

Globaalisti uusiutuvaa energiaa käytetään edelleen eniten kehitysmaissa, joissa ns. perinteistä polttopuuta käytetään lämmitykseen ja ruoanlaittoon. Suuren kokoluokan vesivoima on pitkään ollut taloudellisesti kannattavaa ja teknologia kypsää. Tuulienergiaa on myös hyödynnetty jo vuosisatoja (esim. viljamylyt, purjelaitvat, veden pumppaus), mutta vasta viime vuosina sen taloudellinen kilpailukyky on lähestynyt konventionaalisia, fossiilista polttoainetta käyttäviä teknologioita, ja tuulivoimainvestoinnit ovatkin kehittyneet nopeasti. Myös aurinkoenergiaa on hyödynnetty jo pitkään, mutta vasta viime vuosina sen kustannukset ovat alentuneet merkittävästi ja myös investoinnit ovat lisääntyneet huomattavasti. Sekä aurinko- että tuulivoimainvestointeihin eri maissa on osaltaan vaikuttanut myös voimakas tukipolitiikka. Lämpöpumppujen yleistymisen on viime vuosina ollut myös hyvin nopeaa. Tosin tilastoja lämpöpumppujen käytöstä on hyvin rajallisesti saatavilla. Esimerkkejä

uusiutuvista teknologioista, joka ovat vasta kehitysasteella, ovat esim. valtamerten liike-energiaa hyödyntävät teknologiat, kuten aalto- ja vuorovesivoimalat.

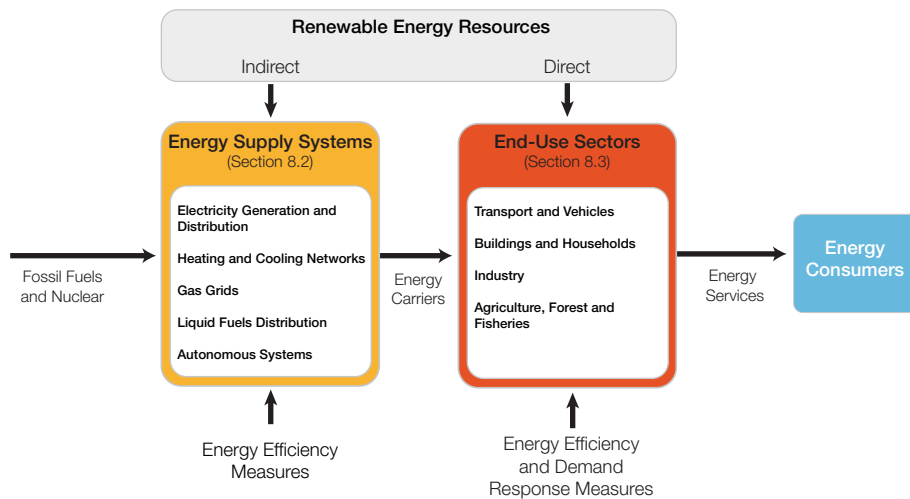
Uusiutuvan energian hyödyntäminen liikenteessä on mahdollista korvaamalla bensiiniä bioetanolilla tai dieseliä biodieselillä. Lisäksi on kehitteillä sähkö-, polttokenno- ja hybridiautoja, jotka voivat epäsuorasti hyödyntää uusiutuvaa energiaa. Kaasu- tai nestemäistä biopolttoainetta voidaan tuottaa sekä synteettisesti, esim. kaasuttamalla tai pyrolyysillä, tai mädättämällä esim. jätteitä.

Varsinaisten pelkästään uusiutuvaa energiaa hyödyntävien teknologioiden lisäksi tulee huomioida joukko energiantuotantoteknologioita, jotka voivat hyödyntää sekä uusiutuvaa että fossiilista polttoainetta, kuten eri poltto- ja kaasutusteknologiat sekä polttokennot. Energiainfrastruktuurin ja energian käyttötieteiden kehityksellä on myös suuri epäsuora vaikutus laajamittaiseen uusiutuvan energian käyttöönottoon. Lisäksi ICT:n merkitys korostuu tulevaisuuden energiajärjestelmässä ja energiapalvelujen tuottamisessa. Esimerkiksi Suomessa samoin kuin useissa muissakin maissa panostetaan voimakkaasti ns. älykkäisiin sähköverkkoihin.

Uusiutuvan energian laajamittaiseen käyttöönottoon liittyy vielä useita teknisiä kysymyksiä, jotka vaikuttavat myös merkittävästi uusiutuvan energian kustannustehokkuuteen. Aurinko- ja tuulienergian tuotantoa on vaikea ennustaa ja ne voivat vaihdella huomattavasti säätekijöistä riippuen, minkä vuoksi tulee investoida myös ns. varakapasiteettiin. Tulevaisuudessa muun muassa energiavarastot voivat tasata vaihtelevaa tuotantoa, ja toisaalta älykkäät sähköverkot mahdollistavat myös joustavamman kulutuksen. Tulevaisuudessa siirryttäen myös ns. hybridijärjestelmiin, joissa integroidaan materiaali- ja energianhyötykäyttö (vrt. esim. jätehuolto ja materiaalien kierrätys), useita polttoaineita ja energiankäyttösektoreita (vrt. esim. biotalous, maatalous, metsätalous ja niiden tuotteet) tai useita energiantuotantomuotoja (vrt. esim. aurinko- ja tuulivoiman integrointi vesi- tms. säätövoimaan sekä energian varastointi). Rakennuksissa siirtyminen ns. passiivi- tai plusenergiaratkaisuihin edellyttää erilaisten matalalämpöarvoisten lämpövirtojen hyödyntämistä lämpöpumppujen ja aurinkolämpökeräimien avulla yhdistettynä lämpövarastoihin. Älykkäiden sähköverkkojen ansiosta myös yksittäisille kuluttajille tulee mahdolliseksi myydä esim. aurinkosähköä verkkoyhtiölle, mikäli sähköntuotanto ylittää oman kulutuksen. Kuvassa 2.1 on esitetty karkea kaavio uusiutuvan energian käyttökohteista sekä integroinnista energiajärjestelmään.

Tässä raportissa on esitelty uusiutuvien tuotantoon, infrastruktuuriin ja käyttöön liittyviä teknologioita ainoastaan siltä osin, kuin ne ovat mielenkiintoisia Suomen energiajärjestelmän, teknologian kehityksen tai teknologian viennin näkökulmasta. Yksityiskohtaisempi katsaus uusiutuvien teknologioista ja uusiutuvien globaaleista energioresursseista löytyy esim. VTT:n julkaisemasta Energy Visions 2050 -kirjasta (VTT 2009), tuoreesta IPCC:n uusiutuvaa energiaa käsittelevästä raportista (IEA 2011b) sekä lähteistä Koljonen et al. (2009a ja 2009b).

Kuva 2.1. Uusiutuvan energian käyttö ja integrointi energiajärjestelmään (IPCC 2011)

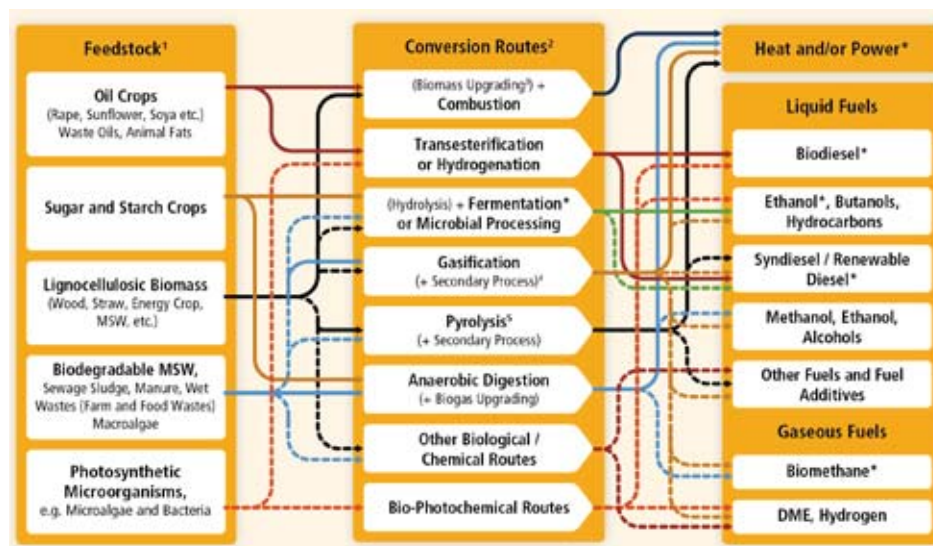


2.1.1 Bioenergia

Bioenergiaa voidaan tuottaa useista eri raaka-aineista ja lukuisilla teknologioilla, joita on esitetty seuraavassa kaaviokuvassa (2.2.). Bioenergiaa tuotetaan termisillä prosesseilla esimerkiksi polttamalla, kaasuttamalla ja pyrolyysillä, kemiallisilla ja biokemiallisilla prosesseilla sekä biologisilla menetelmillä, kuten mädättämällä. Lopputuotteet voivat olla neste- tai kaasumaisia polttoaineita sekä sähkö- ja lämpöenergiaa. Erityisesti kiinteän biomassan tuotantoon liittyy myös massan korjuu ja käsittely, joita ei ole esitetty kuvassa.

Suomessa on korkeatasoista osaamista ja liiketoimintaa, joka kattaa koko bioenergiaketjun ja useimmat bioenergiaan liittyvät teknologiat. Kappaleessa 3.3 on esitetty nykyistä bioenergialiiketoimintaa ja siihen liittyviä arvoketjuja Suomessa. Tässä yhteydessä mainittakoon kuitenkin, että UPM:n tehdasalueella Pietarsaaressa sijaitseva Alholmens Kraft on maailman suurin biopolttoainetta käyttävä voimala ja sen kattila on maailman suurin ns. kiertopetikattila (CFB-kattila). Lisäksi VTT ja monet yritykset kehittävät mm. biomassan pyrolyysi- ja kaasutusteknologioita sekä neste- ja kaasumaisten polttoaineiden tuotantoa. Metsäbiomassan korjuuta varten kehitetään uusia, kustannustehokkaampia menetelmiä. Myös biotekniset menetelmät ja jopa fotosynteesi levien tuotannossa ovat tutkimuksen kohteena Suomessa.

Kuva 2.2. Kaaviokuva kaupallisista (kiinteät viivat) ja kehitteillä olevista (katkoviivat) bioenergiateknologioista, jotka hyödyntävät eri raaka-aineita erillisen ja yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannossa sekä neste- ja kaasumaisien polttoaineiden tuotannossa (IPCC 2011). *: Kaupallinen tuote.



Kaaviossa on esitetty raaka-aineiden pääasialliset konversiovaihtoehdot. Eri konversioteknologiat tuottavat myös usein sivutuotteita, joita ei ole esitetty. Biomassan käsittelyllä tarkoitetaan mitä tahansa raaka-aineen käsittelyprosessia (esim. pelletointi, pyrolyysi, biohiilen valmistus). Anaerobinen mädätys tuottaa hiilidioksidia ja metaania, ja käsitelty kaasu on maakaasua vastaavaa ns. biokaasua. Muita termisiä prosesseja ovat esim. hydraus, nesteytys ja DME:n (dimetyylieetterin) valmistus.

2.1.2 Tuulienergia

Tuulienergiaa hyödyntäviä teknologioita on kehitetty useita, mutta tässä yhteydessä tuulienergiateknologiat rajataan sähköverkkoon kytkettäviin tuulivoimaloihin¹. Nykyiset tuulivoimalat on pääasiassa rakennettu sisämaahan tai rannikolle (on-shore -tuulivoimalat). Niiden tuuliturbiinit ovat tyypillisesti rakenteeltaan kolmelapaisia, ja niiden lavat pyörivät horisontaalisen akselin ympärillä ja roottorit vaihtelevalla nopeudella. On kehitetty myös vertikaalisia turbiineja, joiden lapojen lukumäärä voi olla kaksi tai kolmea useampi. Onshore-tuulivoimalat ovat kaupallista tekniikkaa, ja mm. turbiinien, tuotantoprosessien ja materiaalien kehitystyöllä pyritään lähinnä parantamaan tuulivoimalan kilpailukykyä alentamalla sen kustannuksia. Lisäksi pyritään alentamaan tuulivoimaloiden käyttökustannuksia

¹ Pieniä, kokoluokaltaan sadoista wateista kymmeniin kilowatteihin olevia tuuliturbiineja käytetään kotitalouksissa sekä paikallisesti alueilla, joissa ei ole sähköverkkoa. Tuulienergiaa käytetään myös veden pumppaamiseen, suolan poistoon ja puhdistamiseen. Kehitteillä on myös ns. avaruuspurjeita ja muita konsepteja, joissa tuulienergiaa hyödynnetään suurissa korkeuksissa.

sekä pidentämään niiden käyttöikää. Onshore-laitosten lisäksi tuulivoimaloita voidaan rakentaa merelle (off-shore voimalat), jossa on yleisesti paremmat tuuliolosuhteet. Nykyiset teknologiat eivät kuitenkaan ole vielä kilpailukykyisiä mm. vaativimpien olosuhteiden ja pidemmän sähkön siirtomatkan vuoksi. Tulevaisuudessa voidaan merelle rakennettavien tuulivoimaloiden avulla merkittävästi kasvattaa tuulienergiapotentiaalin hyödyntämistä energiajärjestelmissä.

1980-luvulta lähtien tuulivoimalat ovat kehittyneet pienistä (n. 75 kW nimelliskapasiteetin) turbiineista moderneihin, yli 1,5 MW suuruisiin turbiineihin, ja samalla tuulienergian kustannukset ovat merkittävästi alentuneet. Merituuliturbiinien kehitystyö jatkuu edelleen. Niissä nykyiset nimelliskapasiteetit vaihtelevat 2-5 MW välillä, mutta on suunniteltu rakennettavan jopa yli 10 MW turbiineja. Tuuliturbiineja rakennetaan tyypillisesti useita, jolloin puhutaan usein tuulipuistosta. Tällaisen tuulivoimalan koko on tyypillisesti 5-300 MW välillä maalle rakennetuissa voimaloissa (IPCC 2011). Merituulipuistojen kokoa ei rajoita vapaa maa-ala ja toisaalta suurempi turbiinikoko mahdollistavat hyvinkin suurien tuulipuistojen rakentamisen tulevaisuudessa.

2.1.3 Aurinkoenergiateknologiat

Aurinkoenergiateknologiat koostuvat laajasta joukosta teknologioita, joita käytetään auringon säteilytehon konversioon käyttökelpoiseksi energiaksi, kuten lämmöksi tai sähköksi. Aurinkoenergian hyödyntäminen on tyypillinen hajautetun energiantuotannon muoto: rakennuskohtaiset, erilaiset rakennuksiin integroidut ratkaisut ovat yleisempiä kuin keskitetyt, laajaa joukkoa palvelevat voimalaitokset. Suorat aurinkoenergiateknologiat voidaan jakaa kolmeen merkittävään pääsuuntaan: aurinkolämmitykseen, aurinkosähköpaneeliin ja keskittäviin aurinkovoimaloihin. Lisäksi on olemassa teknologioita, joilla auringon energiaa voidaan hyödyntää epäsuorasti muuntamalla sitä ensin polttoaineiksi.

Aurinkolämmityksessä hyödyntämiskelpoisen lämmön konversio auringon säteilystä on verrattain suoraviivaista, sillä mikä tahansa aurinkoon asetettu esine kerää lämpöä. Auringon säteily johdetaan aurinkokeräimen ja väliaineen (ilma, vesi) avulla lämmönvaraajaan. Lämpimän käyttöveden tuottaminen kotitalouksissa on tyypillinen aurinkolämpösovellus, ja siinä käytettyjä teknologioita ovat tasokeräimet ja tyhjiöputkikeräimet. Aurinkojäähdytys termodynaamisten jäähdytysprosessien avulla voi olla tulevaisuuden eräs aurinkokeräinsovellus.

Aurinkosähkökennot (Photovoltaic cells, PV) ja niistä koostuvat aurinkosähköpaneelit on teknologia, joissa auringon säteilyenergia muunnetaan suoraan sähköksi aurinkokennoissa. Aurinkokennossa valosähköisen auringon paistaessa puolijohdemateriaaliin (esimerkiksi piihin) syntyy jännite, joka hyödynnetään sähköä. Piikiekoista valmistettuihin kennoihin perustuvat paneelit ovat käytössä olevista teknologioista yleisimmät. Ohutkalvotekniikkaan perustuvat kennot ovat toinen jo kaupallisessa vaiheessa oleva teknologialuokka. Niiden valmistukseen kuluu vähemmän

raaka-aineita, ja siinä voidaan käyttää muitakin puolijohdemateriaaleja kuin piitä. Aurinkosähköpaneelien yleistyessä ja valmistusmäärien kasvaessa ohutkalvoteknologioiden kilpailukyky voi parantua, kun piin saatavuuteen ja hintaan kohdistuu yhä suurempi paine. Kaupallisten aurinkokennoteknologioiden lisäksi tutkimus- tai pilotoitintvaiheessa on useita teknologioita, joita yhdistää niiden potentiaalinen soveltuvuus massatuotantoon. Tähän joukkoon kuuluvat mm. väriherkistetyt aurinkokennot (dye-sensitized solar cell, DSCC; Grätzelin kenno), orgaaniset aurinkokennot ja erittäin alhaisilla kustannuksilla (painetut) versiot nykyisistä (epäorgaanisista) ohutkalvoteknologioista.

Keskittävät aurinkovoimalat (Concentrating Solar Power, CSP) keskittävät auringon säteilyä esimerkiksi peilien avulla ja kuumentavat väliainetta korkeaan lämpötilaan. Tällöin auringon säteilyenergiasta on mahdollista lämpövoimaprosesseilla tuottaa sähköä tavanomaisten, polttoainetta käyttävien voimalaitosten tapaan. Keskittävät aurinkovoimalat ovat käytännön vaihtoehtoja vain erittäin aurinkoisilla alueille, joilla on runsaasti vapaata maapinta-alaa.

Passiivisella aurinkoenergian hyödyntämisellä tarkoitetaan rakennusten sisään tulevan säteilyn hyödyntämistä lämmityksessä tai valaisussa mm. ikkunoiden avulla, kasvihuoneissa, rakenteellisten lämpövarastojen ja heijastavien pintojen avulla. Passiiviset aurinkoenergiateknologiat absorboivat, varastoivat ja jakavat aurinkoenergiaa luonnollisella tavalla ilman mekaanisia apukeinoja (esim. puhaltimia).

Eri aurinkoenergiateknologiat ovat erilaisissa kehitysvaiheissa, ja niiden sovellettavuus riippuu paikallisista olosuhteista ja tuista. Jotkut teknologiat ovat jo paikoitellen markkinaehtoisesti kilpailukykyisiä, ja yleisesti voidaan sanoa aurinkoenergiateknologioiden hyödyntämiskelpoisuuden paranevan. Aurinkoenergiateknologioiden kustannukset ovat laskeneet merkittävästi viimeisten 30 vuoden aikana, ja teknologian kehityksen ja tukien ansiosta kehityksen jatkaminen on mahdollista.

2.1.4 Vesivoima

Vesivoimalaitokset muuttavat veden virtauksen sähköksi mahdollisimman tehokkaasti. Vesivoima poikkeaa useimmista muista uusiutuvan energian muodoista sikäli, että teknologia on markkinaehtoisesti kilpailukykyisiä ja kypsää. Vesivoimaa on hyödynnetty jo vuosisatoja, ja se on 90 % hyötysuhteellaan eräs tehokkaimmista energiantuotantomuodoista. Näin ollen radikaalit hyppäykset hyötysuhteessa eivät ole mahdollisia.

Vesivoimalaitoksen keskeinen osa on turbiini, joka muuttaa veden virtauksen liike-energian sähköksi. Vesivoimalaitoksissa käytetään laajalti neljää turbiinityyppiä: Pelton-, Francis-, Kaplan- ja putkiturbiinia. Niiden sovellettavuus vaihtelee mm. veden korkeuserojen mukaan.

Tyypillisesti mahdolliset vesivoiman paikat on teollisuusmaissa jo laajalti hyödynnetty. Tulevaisuudessa tavanomaisten vesivoiman rakentamismahdollisuudet keskittynevät enemmän kehittyviin maihin. Pienvesivoimalla ja pumppuvoimalaitoksilla,

joka on verrattain edullinen energian varastoinnin muoto, voi olla teollisuusmaissa-kin kasvavaa merkitystä vaihtelevan tuuli- ja aurinkotuotannon lisääntyessä.

2.1.5 Lämpöpumput

Lämpöpumput ovat laitteita, joiden avulla siirretään maahan, kallioon tai veteen auringosta varastoitunutta lämpöenergiaa rakennusten ja niiden käyttöveden lämmittämiseksi. Lämpöpumput vaativat ulkoista (sähkö)energiaa toimiakseen, ja ne toimivat rakennuksissa usein jonkin toisen lämmitysmuodon rinnalla.

Lämpöpumppujen kolme päätyyppiä ovat maalämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu sekä ilma-ilma-lämpöpumppu. Maalämpöpumppu voi hyödyntää pintamaalämpöä, kalliolämpöä tai vesistölämpöä. Ilmalämpöpumppuja voidaan käyttää myös jäähdytykseen. Lämpöpumput ovat yleistyneet nopeasti viime vuosina erityisesti omakoti- ja paritalojen lämmitysratkaisuin.

2.1.6 Aalto- ja vuorovesivoima

Valtamerien energian hyödyntämiseen liittyvän teknologian kehitys on vasta alkuvaiheessa. Merienergian tuotanto voi perustua veden liike-energian, lämpötila- ja suolapitoisuusgradienttien sekä merien biomassan hyödyntämiseen. Vuorovesivoimat ja aaltovoimat ovat edellä mainituista ehkä tunnetuimmat ja aktiivisimman kehitystyön kohteena. Vuorovettä on tosin hyödynnetty jo keskiajalla alavilla mailla viljojen jauhamiseen myllyissä, ja ensimmäiset aaltovoimalaitteen patentit myönnettiin jo 1700-luvulla.

Vuorovesivoimaloita on käytännössä kahta eri tyyppiä: toinen hyödyntää veden pinnankorkeuksien muutoksia ja toinen perustuu merivirtausten hyödyntämiseen samalla tavoin kuin tuulivoimat hyödyntävät ilmavirtauksia.

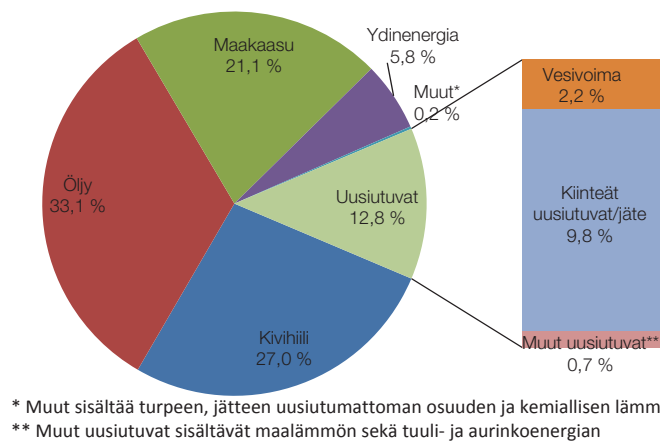
2.1.7 Geoterminen energia

Geoterminen energia on maapallon termistä energiaa, joka on muodostunut ja varastointunut maapallon ytimeen, vaippaan ja mannerkuoreen. Maan ytimen lämpötila on noin 3 500–4 500 °C, ja mannerkuoreessa lämpötila on noin 200–1 000 °C. Geotermisen energian hyödyntäminen on lisääntynyt voimakkaasti viime vuosikymmeninä. Geotermisiä resursseja on paikannettu noin 90 maassa, ja yli 70 maassa tuotetaan geotermistä sähköä. Geotermiset resurssit voidaan jakaa kahden kategoriaan riippuen siitä, onko geoterminen lähde kytkeytynyt vulkaaniin ja magmaattiseen aktiivisuuteen vai ei. Geoterminen sähköntuotanto liittyy yleensä ensin mainittuun (lämpötila yli 150 °C) ja suora käyttö molempiin. Maalämpöpumppujen kehitys on mahdollistanut myös muun geotermisen energian hyödyntämisen lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Geotermistä energiaa voidaankin hyödyntää kaikkialla maailmassa.

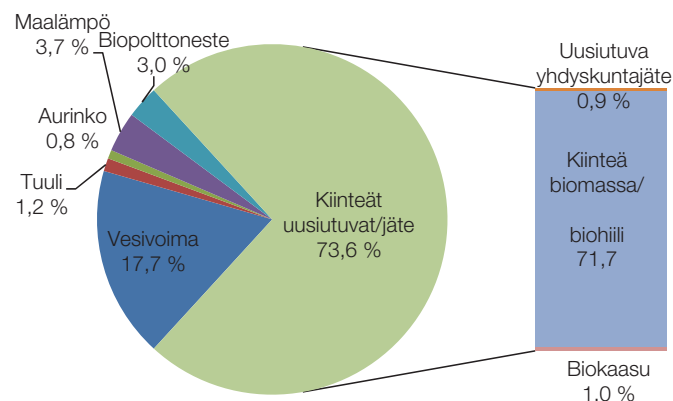
2.2 Uusiutuvien energiamuotojen nykytila ja investointien kehitys kansainvälisesti

Vuonna 2008 maailman primääri-, eli kokonaisenergiantuotanto oli 12 264 Mtoe (1. miljoonaa öljykvivalenttitonnia), josta uusiutuvilla energialähteillä tuotettiin 12,8 % (1567 Mtoe eli 492 EJ). Suurin osa maailman energiasta tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla, eli öljyllä, maakaasulla ja hiilellä, joiden osuudet kokonaisenergiatuotannosta vuonna 2008 on esitetty alla (Kuva 2.3.) (IEA 2010c). Kuvassa 2.4 esitetään erilaisten uusiutuvien energialähteiden suhteelliset osuudet.

Kuva 2.3. Eri energialähteiden osuudet vuoden 2008 kokonaisenergiatuotannossa (IEA 2010c).



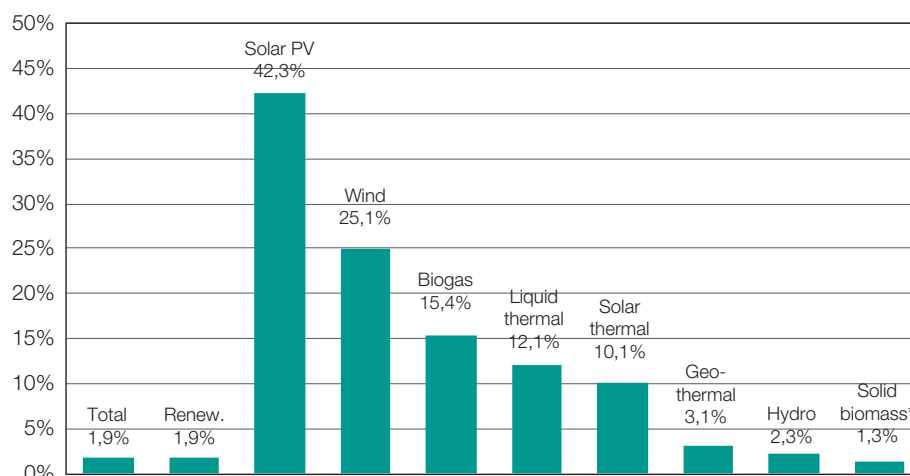
Kuva 2.4. Eri uusiutuvien energialähteiden tuotanto-osuudet vuonna 2008 (IEA 2010c).



Suurin osa uusiutuvasta energiasta käytetään kehitysmaissa (9,1 % kokonaisenergiantuotannosta ja 71,5 % uusiutuvasta energiasta v. 2008), jossa perinteisen biomassan, eli polttopuun, käyttö ruoan valmistuksessa ja lämmityksessä on hyvin yleistä. OECD-maissa uusiutuvan energiantuotannon osuus vuonna 2009 oli 7,3 %, josta yli puolet oli kiinteän biomassan ja -jätteiden käyttöä. Alle 20 % uusiutuvasta energiantuotannosta on vesivoimaa ja loput geotermistä energiaa sekä tuuli- ja aurinkoenergiaa.

Vuodesta 1990 lähtien uusiutuvan energian käyttö on kasvanut keskimäärin 1,9 % vuodessa, eli samaa vauhtia kuin kokonaisenergiantuotantokin. Pienintä kasvu on ollut kiinteän biomassan ja vesivoiman osalta (1–4 %) ja suurinta aurinko- (42 %) ja tuulienergian (25 %) sekä biokaasun (15 %) ja nestemäisen biopolttoaineiden (12 %) osalta (Kuva 2.5). Uusiin ja korkeamman kustannustason tuotantomuotoihin ovat selkeästi eniten panostaneet OECD-maat, mutta alhaisesta lähtötasosta johtuen esimerkiksi aurinko- ja tuulienergian osuudet kokonaisenergiantuotannossa ovat edelleen pienet. OECD:n ulkopuolisissa maissa, erityisesti Vietnamin ja Kiinan, on merkittävästi kasvatettu vesivoiman tuotantoa, ja vesivoiman tuotanto OECD:hen kuulumattomissa maissa onkin ollut suurempi kuin OECD-maissa vuodesta 2001 lähtien.

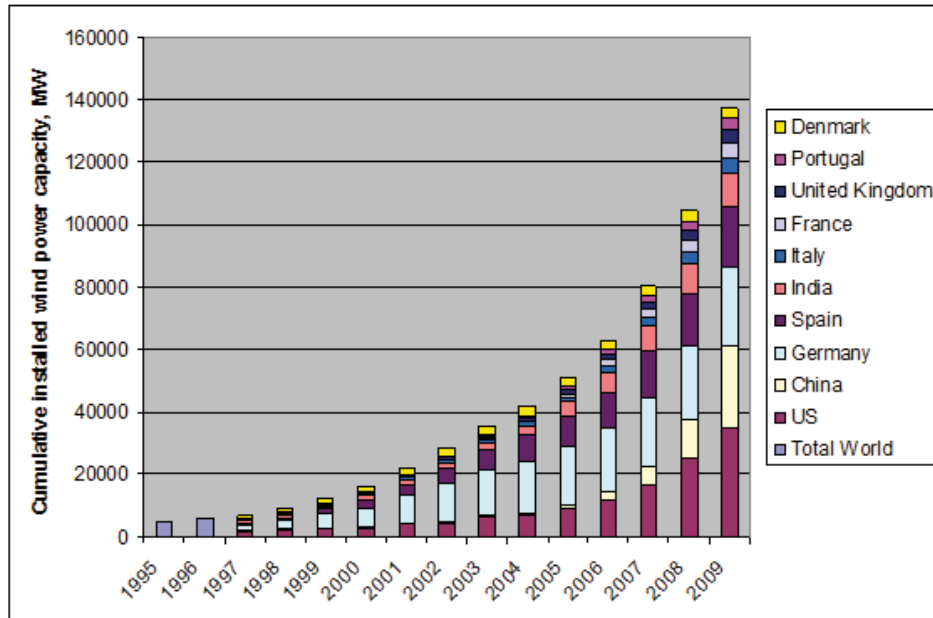
Kuva 2.5. Uusiutuvilla energialähteillä tuotetun energian keskimääräinen kasvua aikajaksolla 1990–2008 (IEA 2010c).



* Solid biomass includes primary solid biomass and charcoal

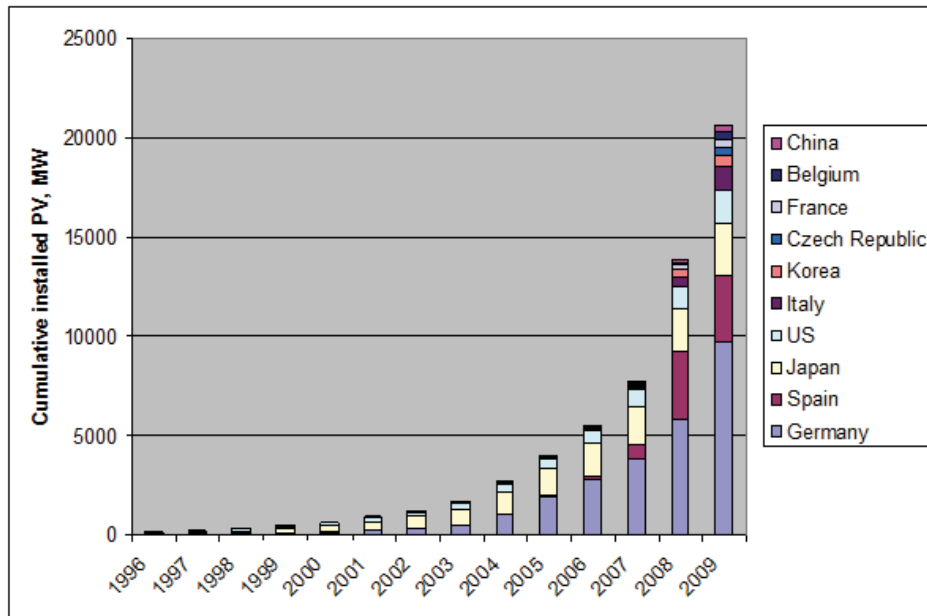
Tuulivoimakapasiteetin kehitys on ollut hyvin nopeaa erityisesti 2000-luvulla. Vuonna 2009 suurin tuulivoimakapasiteetti oli Yhdysvalloissa, mutta Kiinan tuulivoiman lisäys on ollut viime vuosina kaikkein nopeinta. EU-maiden tuulivoimakapasiteetti on kuitenkin myös merkittävä, noin 50 % globaalista tuulivoimakapasiteetista. Alla on esitetty kymmenen suurimman tuulivoimatuottajamaan kumulatiiviset investoinnit vuoteen 2009 asti (Kuva 2.6.).

Kuva 2.6. Kumulatiivisen tuulivoimakapasiteetin kehitys. Vuonna 2009 globaali kokonaiskapasiteetti oli 160 084 MW (data: BP 2010).



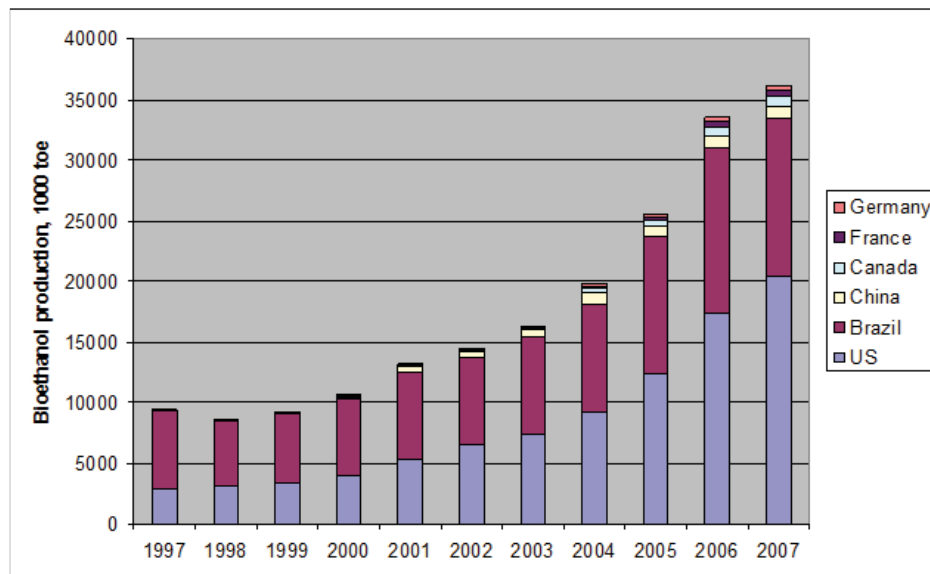
Saksa on maailman suurin aurinkosähkön (PV) tuottaja (Kuva 2.7). Vuonna 2009 Saksan osuus maailman PV-kapasiteetista oli jopa 42 %. Toiseksi suurin aurinkoenergian tuottaja on Espanja. Molemmissa maissa aurinkoenergiainvestointeja on voimakkaasti tuettu viime vuosina, mikä selittää nopean kehityksen. EU:n ulkopuolisista maista suurimmat aurinkoenergiakapasiteetit löytyvät Japanista, Yhdysvalloista ja Koreasta.

Kuva 2.7. Kumulatiivisen aurinkoenergiakapasiteetin (PV) kehitys. Vuonna 2009 globaali kokonaiskapasiteetti oli 22 929 MW (data: BP 2010)



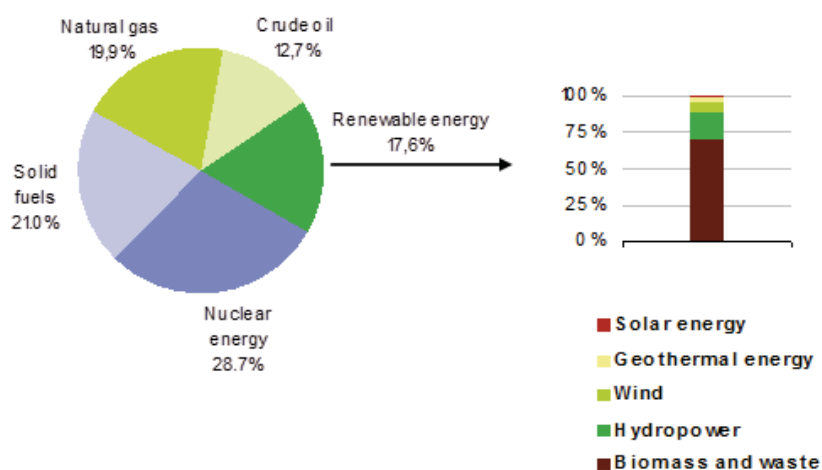
Bioetanolin osalta tuotanto keskittyy selkeästi kahteen maahan, Yhdysvaltoihin ja Brasiliaan. Bioetanolituotannon kasvu on ollut huomattavasti tasaisempaa kuin esitetyt investoinnit aurinko- ja tuulienergiaan, kuten alla olevasta kuvasta näkyy (Kuva 2.8.).

Kuva 2.8. Bioetanolituotannon kehitys. Vuonna 2009 globaali kokonaistuotanto oli 38 Mtoe (data: BP 2010).



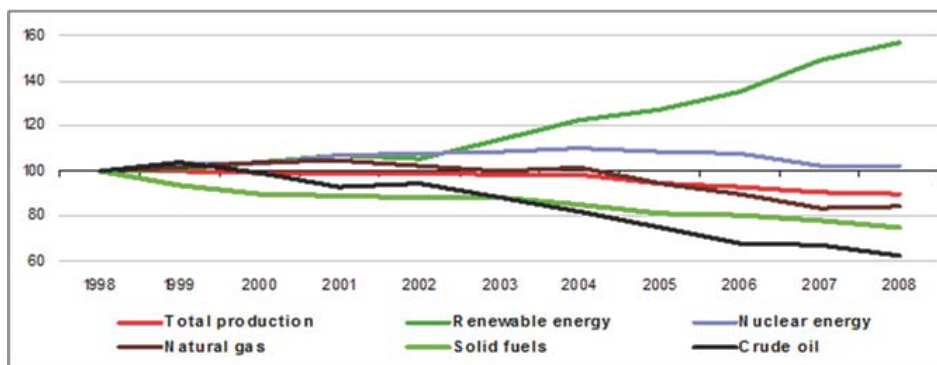
Uusiutuvan energian osuus EU-27-alueen primäärienergiantuotannosta oli noin 18 % vuonna 2008, eli huomattavasti korkeampi kuin keskimäärin OECD-maissa. Vuonna 2008 ydinvoiman osuus oli lähes 30 % ja fossiilisten polttoaineiden osuus yhteensä reilut 50 % (Kuva 2.9.). Uusiutuvasta energiasta suurin osa tuotettiin biomassalla ml. biojätteet. Lisäksi vesi- ja tuulienergian osuudet olivat merkittävät, kun taas muilla (aurinko-, geoterminen-, aaltoenergia) uusiutuvilla energialähteillä oli marginaalinen, vaikkakin voimakkaasti kasvava osuus tarkasteltaessa EU-alueen energiatasetta.

Kuva 2.9. Energiantuotanto energialähteittäin EU-27-alueella vuonna 2008 (Eurostat 2010).



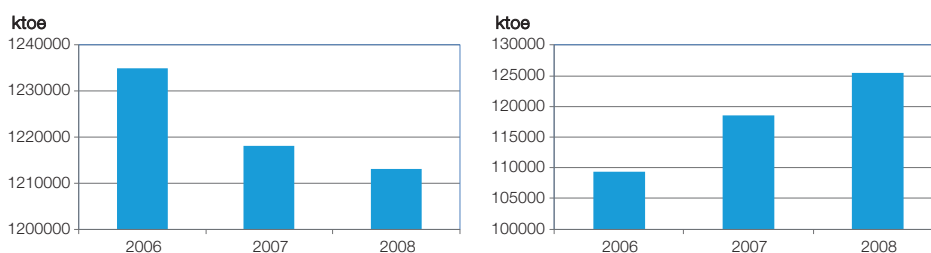
Viimeisen kymmenen vuoden aikana EU-27-alueella kokonaisenergiantuotanto on ollut laskusuunnassa, kun taas uusiutuva energiatuotanto kasvanut selkeästi (Kuva 2.10). Sekä EU:n energia- ja ilmastopolitiikka että kansalliset uusiutuvan energian tuet ovat osaltaan vaikuttaneet uusiutuvan energiantuotannon kilpailukyvyn kasvuun samoin kuin kun fossiilisten polttoaineiden hintojen nousut 2000-luvun noususuhdanteen aikana.

Kuva 2.10. Primaarienergiantuotanto energialähteittäin EU-27-alueella. Indeksi 1998=100 laskettu öljykvivalenttitonneina (Eurostat 2010).



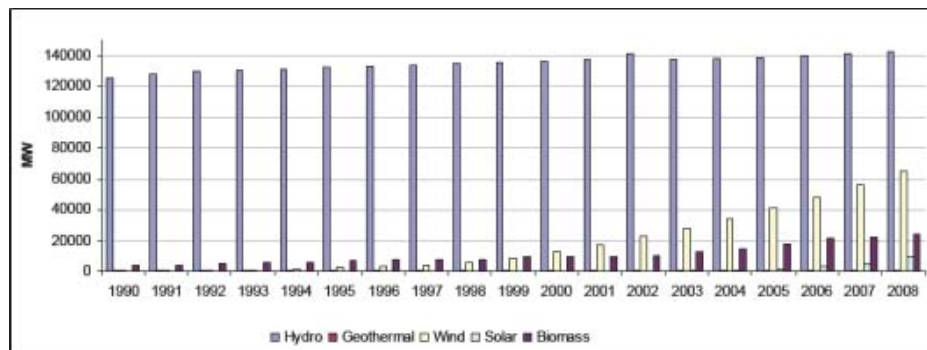
Tarkasteltaessa uusiutuvien energialähteiden osuutta loppuenergian kulutuksesta (brutto) nähdään, että uusiutuvien osuus on ainoastaan 10,3 % johtuen alhaisemmasta energiantuotannon hyötysuhteesta verrattuna fossiilista polttoainetta käytäviin laitoksiin. EU on asettanut sitovat tavoitteet uusiutuvan energian lisäämiseksi jäsenvaltioille nimenomaan suhteessa energiankulutukseen siten, että vuonna 2020 uusiutuvien osuus olisi 20 % EU-27 maiden yhteenlasketusta loppuenergiankulutuksesta. Koska loppuenergiankulutus on laskenut samoin kuin energiantuotantokin viime vuosina ja lisäksi uusiutuvien käyttö on lisääntynyt, uusiutuvien osuus energiankulutuksesta on kasvanut jo ennen EU-tavoitteiden asettamista, kuten alla olevasta kuvasta näkyy (Kuva 2.11.).

Kuva 2.11. EU-27-alueen loppuenergiankulutus (brutto) ja uusiutuvan energian kulutus (Eurostat 2010).



Vuonna 2008 uusiutuvien osuus EU-27 -alueen sähköntuotannosta oli 16,6 % (normalisoitu), josta 60 % tuotettiin vesivoimalla, 21 % tuulivoimalla, 1 % geotermisellä energialla ja 1 % aurinkoenergialla. Kuten edellä esitettiin, investoinnit tuuli- ja aurinkoenergiaan ovat lisääntyneet nopeasti monessa EU-maassa, mikä näkyy myös alla olevan kuvan (Kuva 2.12) kehitystrendeistä.

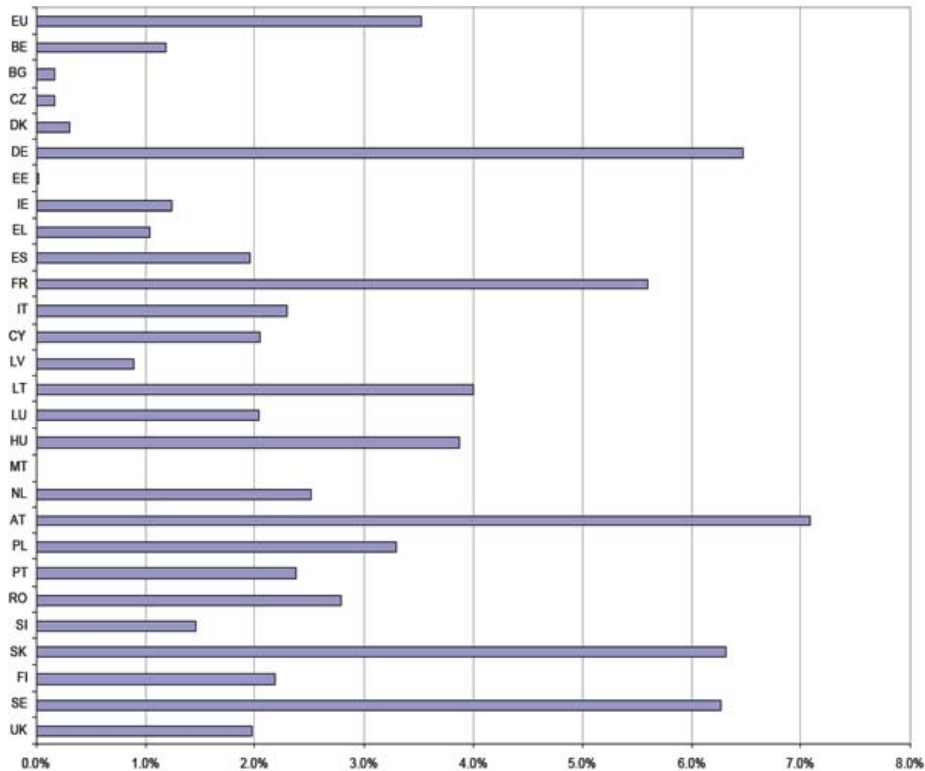
Kuva 2.12. Uusiutuvan sähköntuotantokapasiteetin kehitys EU-27-alueella (Eurostat 2010).



Uusiutuvan energian osuus lämmöntuotantoon käytetystä loppuenergiasta oli 11,9 % ja 5,5 % energian kokonaiskulutuksesta vuonna 2008. Suurimmat uusiutuvan lämpöenergiankäyttäjät ovat Ruotsi, Latvia ja Suomi, joissa käytetään puupolttoainetta sekä yhdyskuntien että teollisuuden lämmöntuotannossa.

EU on asettanut sitovat tavoitteet myös uusiutuvan energian osuudelle liikenteessä. Vuonna 2020 EU-jäsenmaiden liikenteen käyttämästä energiasta tulisi olla vähintään 10 % uusiutuvaa energiaa. Vuonna 2008 uusiutuvan energian osuus oli keskimäärin 3,5 % (10 Mtoe), mutta viidessä jäsenvaltiossa osuus ylitti jo 5 % (ks. Kuva 2.13). Liikenteessä käytettiin uusiutuvana energialähteenä oli joko bensiiniin sekoitettavaa bioetanolia tai dieseliin sekoitettavaa biodieseliä.

Kuva 2.13. Uusiutuvan energian osuus liikenteessä vuonna 2008 (Eurostat 2010).



2.3 Uusiutuvien energiamuotojen potentiaali ja tulevaisuusennusteet kansainvälisesti

2.3.1 Uusiutuvien energiamuotojen potentiaali

Uusiutuvien energiamuotojen potentiaali voidaan erotella teoreettiseen, tekniseen, taloudelliseen ja kestävään. Kaikkeen, etenkin tulevaisuuden potentiaalien arviointiin liittyy merkittäviä epävarmuuksia, minkä vuoksi uusiutuvien roolista tulevaisuuden energialähteinä onkin lukuisia arvioita. Teoreettinen potentiaali on laskennallinen arvio uusiutuvan energian maksimimäärästä vuodessa, kuten auringonsäteilyn tuottama energiamäärä maanpinnalle vuosittain. Uusiutuvan energian teoreettinen potentiaali on valtava verrattuna esimerkiksi nykyiseen energiankysyntään, mutta kuten alla esitetään, useiden uusiutuvien energiatuotantomuotojen tekninen kehitys on vasta prototyyppi- tai demonstraatioasteella. Teknisissä potentiaaliarvioissa on huomioitu tekniset mahdollisuudet hyödyntää uusiutuvaa energiaa nykyteknologian avulla tai, arvioitaessa pitkän aikavälin teknistä potentiaalia, tulevaisuuden teknologioiden avulla. Esimerkiksi aurinkoenergian osalta teknologian

kehitys viime vuosina on ollut nopeaa, mutta aurinkoenergian merkitys maailman energiataaseissa on edelleen marginaalinen. Suurimmat eroavuudet tulevaisuuden energiaskenaarioissa esiintyvätkin arvioitaessa juuri aurinkoenergiaa, johon usein kohdistetaan suuria odotuksia. Taloudellinen (tai teknistaloudellinen) potentiaali huomioi uusiutuvien teknologioiden kustannusten kehitykset eli niiden kilpailuky-
vyn verrattuna muihin energiantuotantomuotoihin. Useiden uusiutuvien energia-
tuotantomuotojen investointeja rajoittaa nykyään niiden heikko kilpailukyky verrat-
tuna fossiilisia polttoaineita käyttäviin energiateknologioihin, minkä vuoksi uusi-
tuvien investointeja edistetään eri tukimekanismein.

Alla on kuvassa 2.16. esitetty useista eri lähteistä kerätyt arviot uusiutuvien kus-
tannuksista verrattuna konventionaalisiin, fossiilisiin energiateknologioihin. Eroa
arvioihin tuovat mm. paikalliset olosuhteet, oletetut tekniset parametrit sekä inves-
toinneille laskettu tuottovaatimus (l. diskonttokorko).

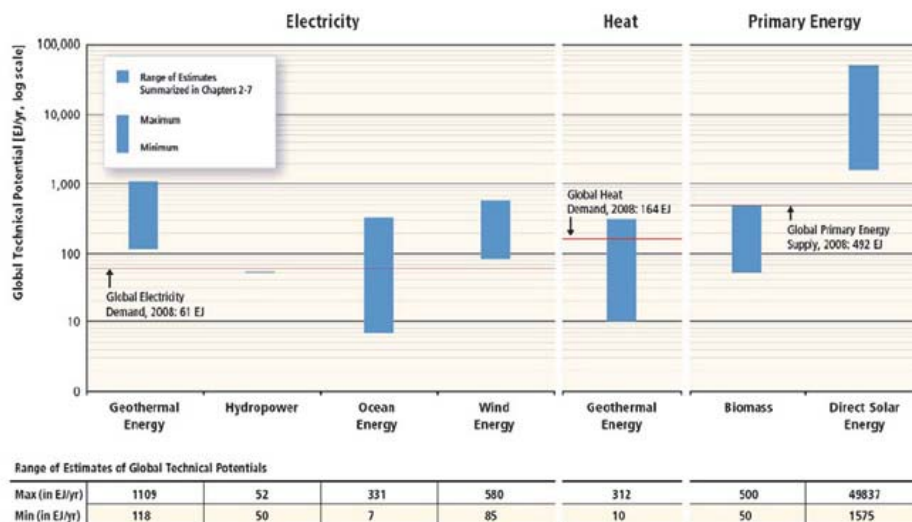
Joidenkin uusiutuvien teknologioiden osalta taloudellinen kilpailukyky saattaa
olla hyvä, mutta niiden hyödyntämistä rajoitetaan muun muassa ympäristöllisistä
syistä, jolloin puhutaan kestävästä potentiaalista (sustainable potential). Esimer-
kiksi suuren kokoluokan vesivoimantuotantoa on rajoitettu jo pitkään kansallisilla
lainsäädännöillä. Biomassan käyttöä etenkin nestemäisten biopolttoaineiden raaka-
aineeksi on myös viime vuosina ryhdytty rajoittamaan, koska esimerkiksi sademet-
sien tuhon myötä tai maankäytön muutosten aiheuttamien päästöjen vuoksi (vrt.
suoalueiden kuivaus esim. Aasiassa) raaka-aineen tuotanto ei ole ollut kestävällä
pohjalla.

Aivan oma lukunsa on sosiaalisesti kestävä potentiaali, joka voidaan ymmärtää
uusiutuvien energiamuotojen hyväksyttävyydeksi. Eli miten yhteiskunnan eri toimi-
jat – kansalaiset, yrittäjät sekä myös institutionaaliset toimijat ovat valmiita hyväk-
symään esimerkiksi energiajärjestelmien muutokset, uudenlaiset teknologiat ja nii-
hin liittyvät seurannaisvaikutukset. Luotettavuus, hyväksyttävyys ja sopeutuminen
sekä vuorovaikutus ovat sosiaalisesti kestävä potentiaalin avainsanoja, jotka eivät
tänä päivänä vielä kohtaa uusiutuvan energian liiketoimintapotentiaalien edistämi-
sessä tukien teknistaloudellista ja ympäristöllisesti kestävä kehitystä Suomessa.
Kuvassa 2.14. esitetään potentiaaliarvioita erilaisten uusiutuvien energiamuotojen
käytölle. Teknisiä potentiaaleja vertaillaan kuvassa 2.15 ja kuva 2.16 esittää kauppal-
listen uusiutuvien energiateknologioiden kustannuksia suhteutettuna uusiutumat-
tomiin energiatuotantomuotoihin. Biomassa ja aurinkoenergia on kuvassa 2.15. esi-
tetty primäärienergiana, koska niiden käyttö voi kohdistua sekä sähkön että läm-
mön tuotantoon.

Kuva 2.14. Eri uusiutuvien energiamuotojen potentiaaliarvioita. Teoreettisen (size of energy flow) ja teknisen potentiaalin suuruudet ovat hyvin epävarmat (VTT 2009).

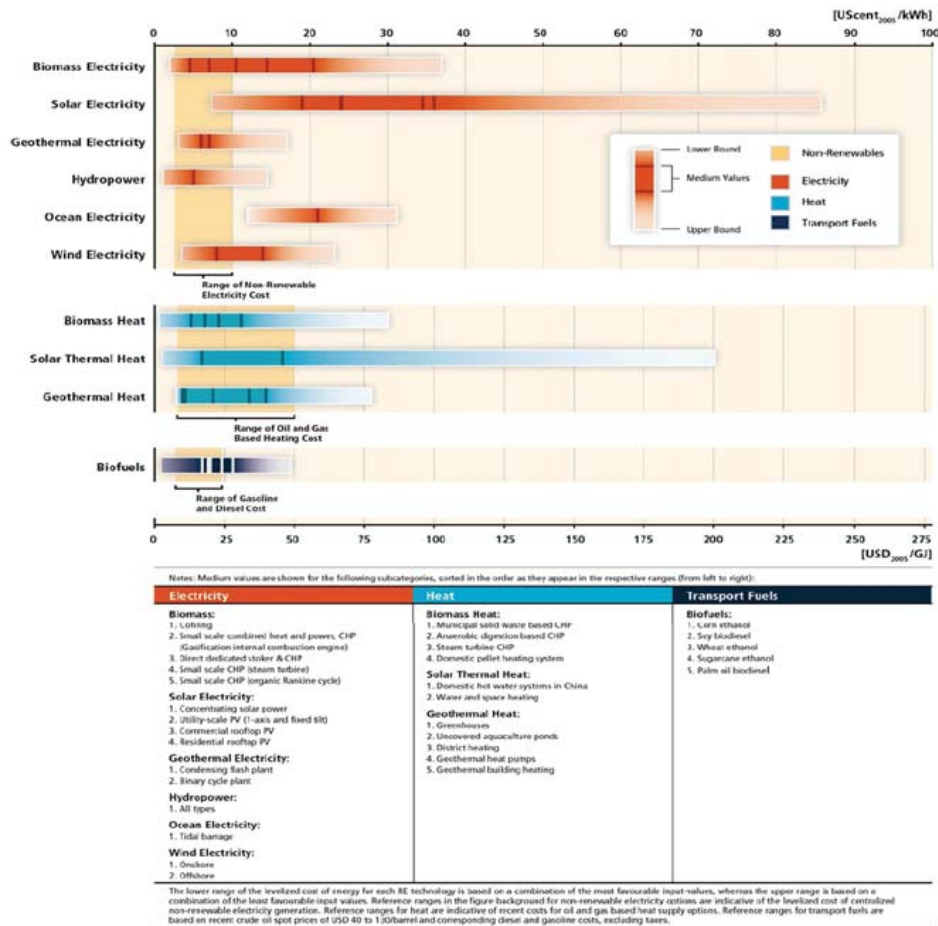
	Size of the energy flow (EJ/a)	Current technical potential (EJ/a)	Global electricity generation capacity 2007-2008 (GW)	Global electricity generation 2005 (TWh)	Global heat generation 2005 (PJ)	2005 production in EJ/a
Current global energy demand	490					
Solar, at earth surface	2 600 000	Very large	13	2.7	164	0.01
Wind	47 000 - 110 000	2 500 - 4 700	100	101	0	0.4
Hydro		59	778	2837	0	10.2
Geothermal	950 - 1 400	2.2	8	58	1713	0.2
Tides and tidal currents	100	1 *	0.3			
Wave	30 - 300 *		~0.02			
Ocean temperature gradients	30 *		Prototypes	0.6 0 0		
River-ocean salinity gradients	7 *		Prototypes			
Ocean currents	3 *		None			

Kuva 2.15. Arvio eri uusiutuvien energiatuotantomuotojen teknisistä potentiaaleista (IPCC 2011). Teknisissä potentiaaliarvioissa on huomioitu tekniset mahdollisuudet hyödyntää uusiutuvaa energiaa nykyteknologian ja tulevaisuuden teknologioiden avulla.



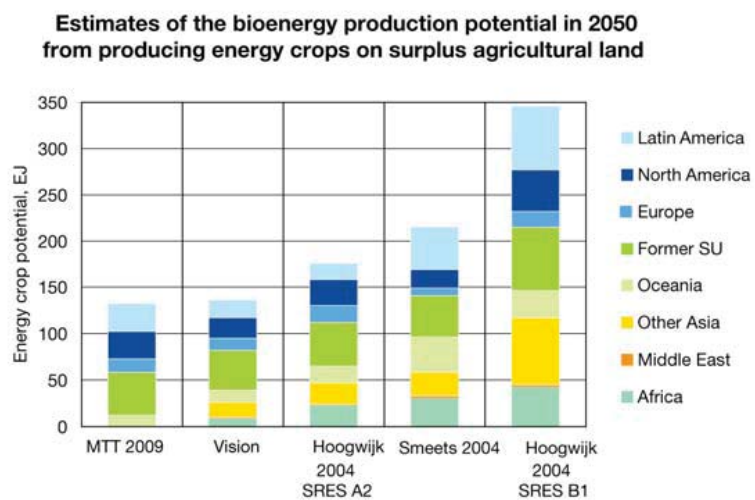
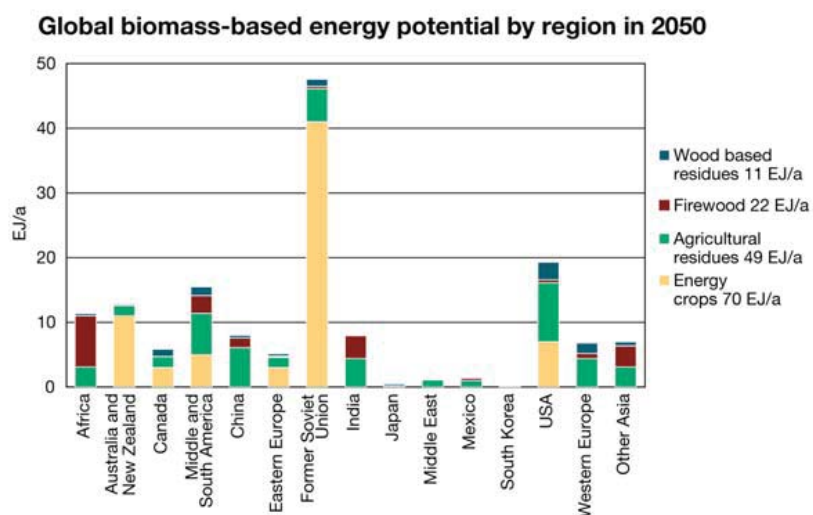
Biomassan käytön lisäystä tulevaisuudessa rajoittanee biomassan saatavuus. Eri-tyisesti biomassan käytön kestävyyskriteerien osalta esiintyy suurta erimielisyyttä, ja lisäksi biomassan tuotantoa energiakäyttöön rajoittavat käytettävissä oleva maa-ala, vesi ja ravinteet (erityisesti fosfori ja typpi). Iso potentiaali toisaalta on kehitys- ja kehittyvien talouksien perinteisen puunkäytön hyötysuhteen parantamisessa. Vaikka Skandinaviassa suurin bioenergiaraaka-aineen lähde on puuperäinen biomass, suurin osa tulevaisuuden biomassasta tultaneen tuottamaan peltobiomassoina. Globaalin peltobiomassan saatavuuden tulevaisuusarviot ovat kuitenkin epävarmat, koska sama maa-ala kilpailee ruoan tuotannon kanssa. Monilla alueilla viljan ja muiden ruoka-aineiden tuottavuus hehtaaria kohti on kuitenkin hyvin alhainen, joten nykyistä maankäyttöä voidaan tehostaa huomattavasti. Lisäksi peltobiomassojen sivuvirtojen (eli esim. viljojen ja vihannesten oljet, naatit, yms. tähteet) käyttö energiantuotannossa on nykyään lähes täysin hyödyntämättä ja tämän potentiaalin käyttöönotto voisi tuoda merkittävän energiamäärän (MTT 2010). Epävarmuutta pitkällä aikavälillä tuo lisäksi ilmastonmuutos äärisääilmiöiden voimistumisen myötä, kuten sateisuuden vähenemistä erityisesti jo nykyisillään kuivilla alueilla sekä lisääntyvä lihan käyttö, koska lihan tuotanto edellyttää suurempaa maa-alaa kuin kasvisruoan (MTT 2009). Kiinan keskiluokkaistuminen esimerkiksi on tuonut mukanaan ilmiön ”land grabbing” eli ulkoinen maanhankinta. (Ks. esim. Jokinen, Mononen & Sairinen 2011, 46-75).

Kuva 2.16. Kaupallisten uusiutuvien energiateknologioiden kustannukset suhteutettuna uusiutumattomiin energiatuotantomuotoihin (IPCC 2011).



Kuvassa 2.17. on esitetty MTT:n (2009) arvioima globaali peltobiomassapotentiaali eri maantieteellisillä alueilla vuonna 2050, missä on huomioitu 9,2 miljardille ihmiselle ruoan tuotantoon tarvittava peltoala olettaen nykyinen sekaruokavalio. Lisäksi kuvassa esitetään peltobiomassan potentiaaliarvioita eri lähteistä.

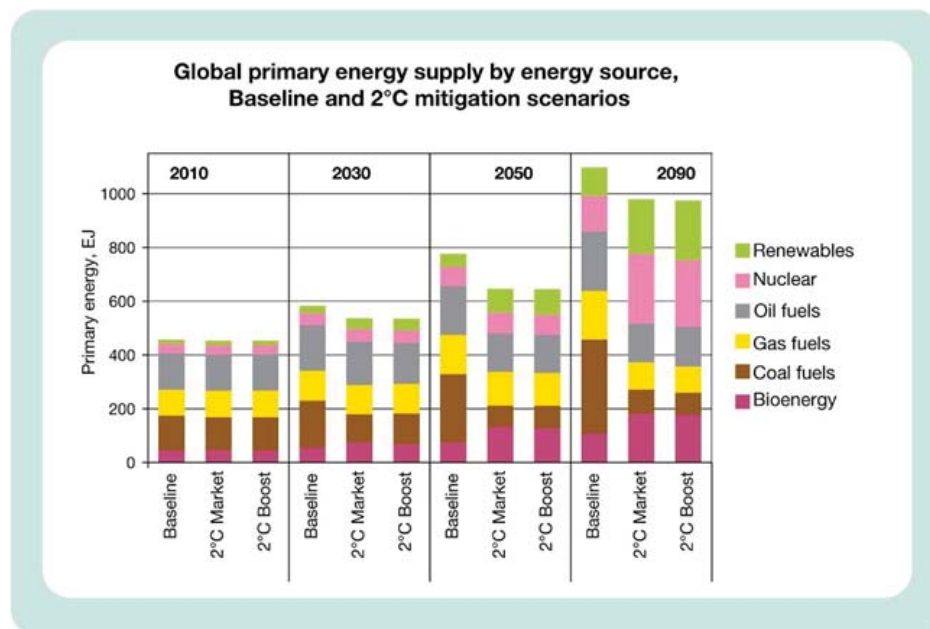
Kuva 2.17. Globaali biomassapotentiaali eri maantieteellisillä alueilla (alkuperäinen lähde: MTT 2009 & Koljonen et al. 2009) sekä eri lähteissä esitettyjä pelto-biomassapotentiaaliarvioita (VTT 2009).



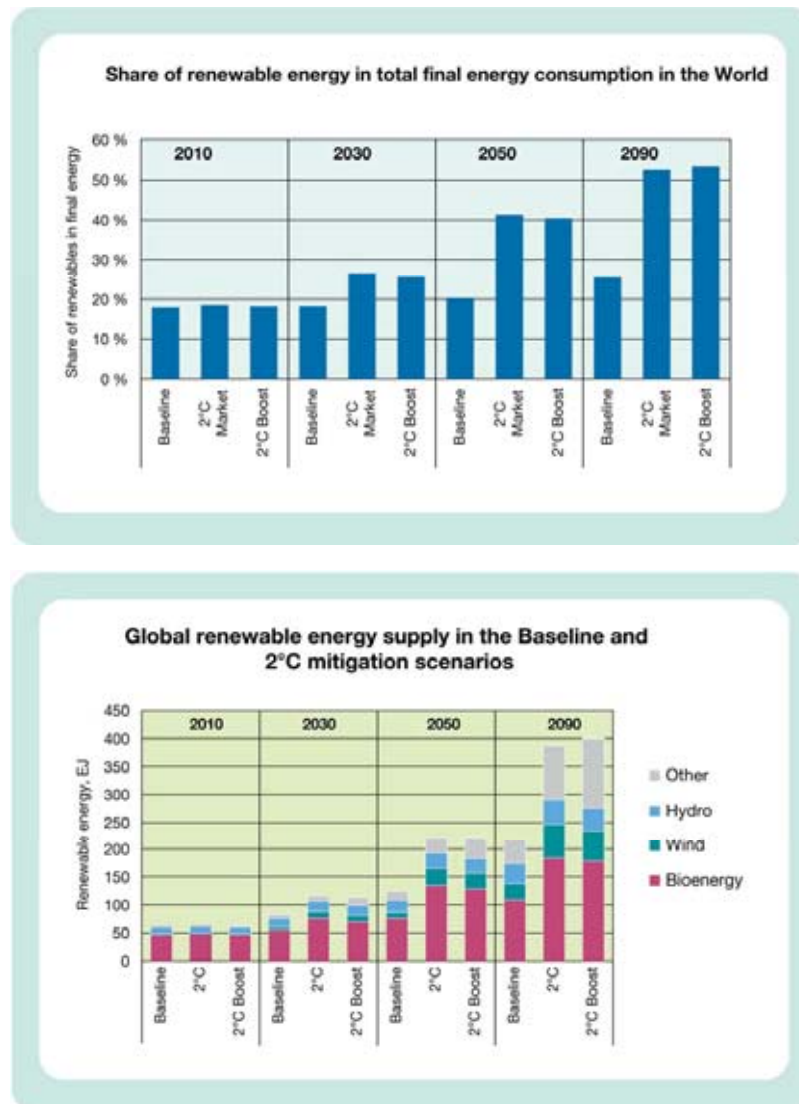
2.3.2 Globaali pitkän aikavälin kehitys

Eri organisaatiot ovat esittäneet lukuisia arvioita uusiutuvien energialähteiden roolista tulevaisuuden energialähteinä. Optimistisimmat arviot ovat päätyneet lopputulokseen, että niillä voitaisiin tuottaa maailma energia jopa kokonaisuudessaan. Tuore esimerkki on WWF:n energiaraportti vuodelta 2011, jossa esitetään, miten vuoteen 2050 mennessä voitaisiin uusiutuvilla energialähteillä kattaa lähes 100 % maailman energiatarpeesta (WWF 2011) olettaen, että maailman energiankulutus laskee 15 % vuoden 2005 tasosta. Sen sijaan IEA, Shell ja monet muut kansainväliset organisaatiot arvioivat, että fossiilisilla polttoaineilla on vuonna 2050 edelleen merkittävin rooli maailman energiantuotannossa huolimatta ilmastomuutoksen hillintätoimista ja -politiikasta, jotka edellyttäisivät noin 80 % kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä vuoden 1990 tasoon nähden. Alla on esimerkki VTT:n laske- mista skenaarioista, jossa oletetaan nykyiset energia- ja ilmastopolitiikat (Baseline) tai ilmaston lämpenemisen rajoittaminen kahteen asteeseen tällä vuosituhannella (Kuva 2.18.). 2 °C Boosted -skenaariossa oletetaan uusiutuvien ja muiden vähäpäästöisten teknologioiden osalta huomattavasti nopeampi teknologian kehitys kuin 2 °C Market -skenaariossa (Kuva 2.19.). VTT:n skenaariot ovat hyvin vertailukelpoiset esimerkiksi IEA:n esittämiin nähden.

Kuva 2.18. Globaali primäärienergian tuotanto energialähteittäin (VTT 2009).



Kuva 2.19. Uusiutuvan energian osuus loppuenergiankulutuksesta ja uusiutuvan energiatuotannon kehitys (VTT 2009).



Epävarmuutta uusiutuvan energian kehitykseen tuovat teknologian kehityksen ja tulevaisuuden politiikkatoimien lisäksi myös eri energiamuotojen kestävyyskriteerit sekä energian kysynnän kehitys väestön ja talouskasvun myötä. Useiden Baseline-kehitysarvioiden (esim. IEA 2010b, Shell 2011) mukaan maailman energiankulutus kaksinkertaistuisi vuoteen 2050 mennessä. Suurin kasvu tulee kehittyvien talouksien energian kysynnän kasvusta, joista merkittävimmät ovat Kiina ja Intia. Kansainvälisessä hankkeessa Asian Modelling Exercise (AME 2012), jossa noin 20 organisaatiota USA:sta, Aasian maista, Australiasta ja Euroopasta (ml. VTT) on arvioinut Aasian

kehitystä eri talous- ja energiajärjestelmämalleilla, on voitu todeta tulosten suuri kirjo. Jo skenaarioiden lähtökohta esim. Kiinan osalta saattaa poiketa merkittävästi.

2.3.3 Uusiutuvien energiamuotojen kehitys EU:ssa

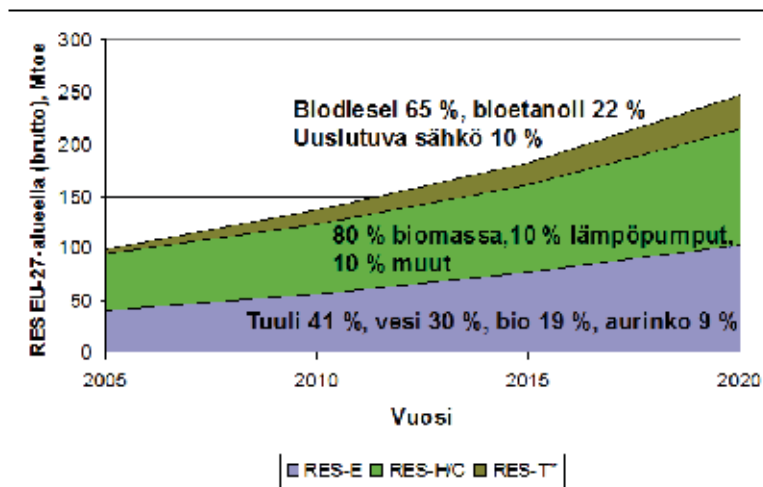
Uusiutuvan energian kehitystä EU:ssa ohjaa EU:n energiapaketti, jossa on määritetty tavoitteiksi vuodelle 2020:

- Sitova tavoite EU-27-jäsenvaltioille on, että vuonna 2020 EU:ssa uusiutuvan energian osuus on 20 % energian loppukulutuksesta (EU 2009a).
- Uusiutuvien osuuden liikenteen käyttämästä energiasta tulee olla vähintään 10 %, joka voi olla biopolttoaineita tai uusiutuvaa sähköä (EU 2009b).

Lisäksi EU:n päästökauppadirektiivi ja jäsenmaiden kasvihuonekaasupäästöjen vähennysvelvoite ei-päästökauppasektorille (EU 2009c) parantavat uusiutuvien energiamuotojen kilpailukykyä.

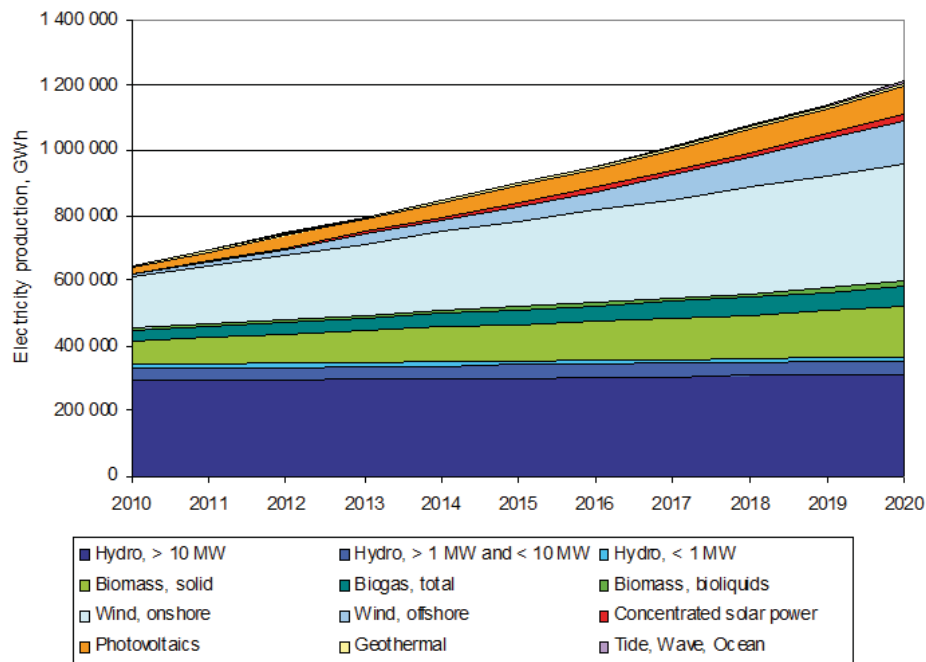
EU:n uusiutuvien direktiivi on velvoittanut jokaisen jäsenmaan toimittamaan komissiolle ns. kansalliset toimintasuunnitelmat (National Renewable Energy Allocation Plan eli NREAP). EU-tavoitteiden ja NREAP:ien mukaan uusiutuvan energian käytön tulisi yli kaksinkertaistua referenssivuoden 2005 tasosta siten, että prosentuaalinen kasvu olisi noin 6 % vuodessa. Tässä yhteydessä tulee huomioida, että liikenteen uusiutuvan energian osalta käytetään uusiutuvan sähkön käytön osalta kerrointa 2,5 ja toisen sukupolven biopolttoaineiden käytön osalta kerrointa 2 edistämään kyseisiä uusia teknologioita. Alla on esitetty eri jäsenmaiden NREAP-suunnitelmista laskettu uusiutuvien lisäys eri sektoreilla ja teknologioittain (Kuva 2.20.).

Kuva 2.20. Uusiutuvien lisäys EU-27-alueella jäsenmaiden toimittamien NREAP-suunnitelmien mukaan. RES-E: uusiutuva sähköntuotanto; RES H/C: uusiutuva lämpö- ja jäähdytysenergiantuotanto; RES-T: Uusiutuva energia liikenteen energiankäytössä; T*: direktiivin laskentasääntöjä ei huomioitu liikenteen sähkön ja biopolttoaineiden osalta (lähde: data ECN 2011).

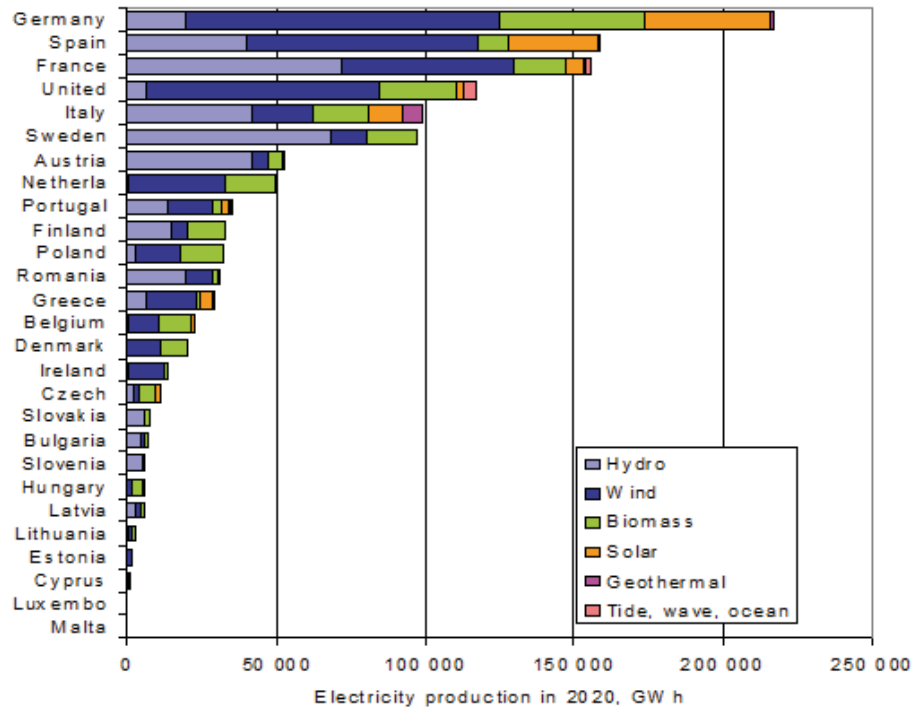


NREAP:ien mukaan myös uusiutuvan sähköntuotannon tulisi kaksinkertaistua EU:ssa vuoden 2005-tasosta vuoteen 2020 mennessä. Merkittävintä lisäys olisi tuulienergian osalta, mutta myös aurinkosähkön tuotannon tulisi lisääntyä merkittävästi. Käytännössä tavoitteiden toteutuminen merkitsee, että EU-alueella vaihtelevan sähköntuotannon määrä kasvaa merkittävästi, mikä edellyttää siirtymistä uudentyyppiseen sähköjärjestelmään ja eri alueiden välisten sähkösiirtoyhteyksien merkittävää lisäystä. Seuraavissa kuvissa 2.21 ja 2.22 on esitetty uusiutuvan sähköntuotannon lisäys teknologioittain ja maittain laskettuna jäsenmaiden NREAP-suunnitelmista. Tässä yhteydessä tulee huomata, että bioenergian osalta NREAP:it eivät ole täysin vertailukelpoiset.

Kuva 2.21. Uusiutuvan sähköntuotannon tavoitteet EU:n jäsenmaiden NREAP:n perusteella (Ruska & Kiviluoma 2011).

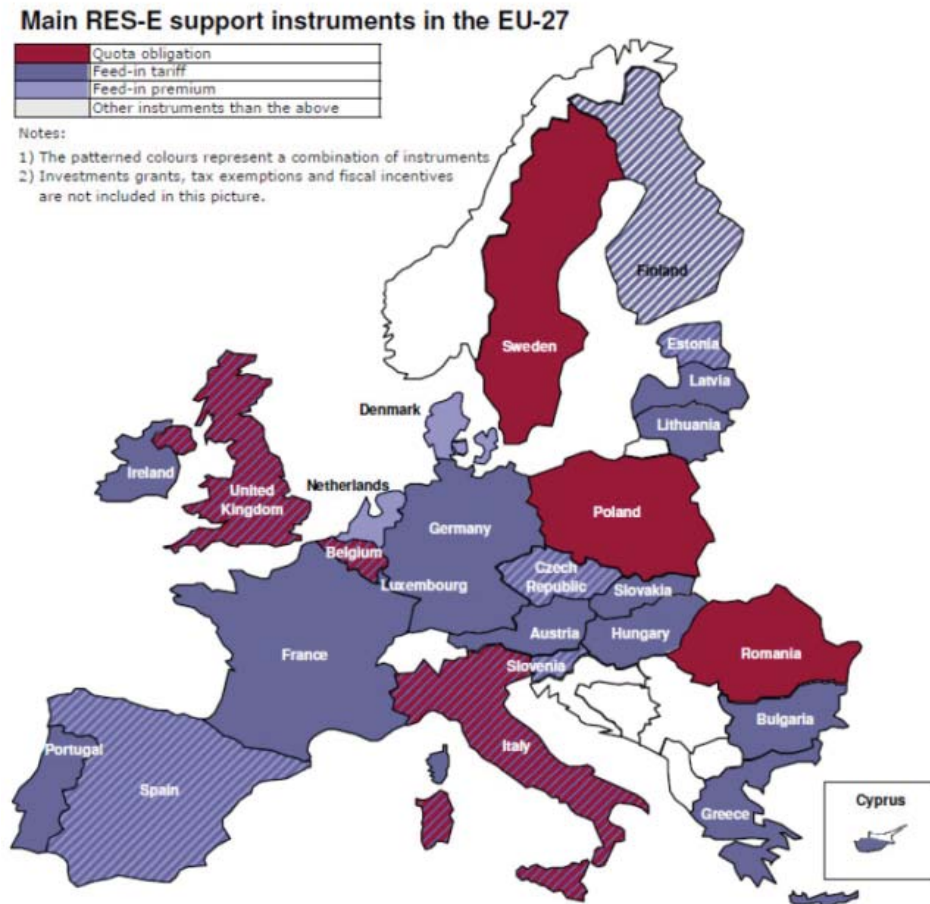


Kuva 2.22. Uusiutuvan sähköntuotannon tavoitteet jäsenmaittain NREAP:n perusteella (Ruska & Kiviluoma 2011).



Kuvasta 2.22 nähdään, että Saksassa tavoitteen mukainen uusiutuvan sähköntuotannon määrä on ylivoimaisesti suurin ja se on hyvin merkittävä myös Espanjassa ja Ranskassa. Erityisesti Saksa ja Espanja ovatkin jo viime vuosina merkittävästi tukenet uusiutuvaa energiaa investoimalla tuuli- ja aurinkoenergiatuotantoon. EU:n 2020 tavoitteen saavuttaminen edellyttääkin useassa tapauksessa merkittäviä tukia, ja jokainen EU-maa on rakentanut oman tukijärjestelmänsä ja -tasonsa perustuen kansallisiin olosuhteisiin. Alla (Kuva 2.23) on esitetty pääpiirteittäin, minkälaisia tukimekanismeja eri EU-maat ovat luoneet uusiutuvalla sähkölle. Yleisin lienee feed-in -tariffi, jossa uusiutuvasta sähköntuotannosta maksetaan takuuhinta. Uusiutuvaa lämpö- ja jäähdytystuotantoa tuetaan esim. investointituin sekä verotuksellisin tai rahoituksellisin keinoin (Ecofys 2011).

Kuva 2.23. Tukimekanismit uusiutuvalla sähköllä EU-maissa (Ecofys 2011).



2.4 Uusiutuvan energian integrointi nykyiseen energiajärjestelmään

Uusiutuvan energian laajamittainen käyttöönotto edellyttää merkittäviä investointeja paitsi energian tuotantoon myös energiainfrastruktuuriin sekä energian käyttöön eri sektoreilla. Uusiutuvan energian integroinnin kustannuksista on hyvin vähän tietoa saatavilla, ja lisäksi kustannukset ovat riippuvaisia nykyisen energiajärjestelmän rakenteesta.

Uusiutuvan sähkön integrointi nykyiseen jakeluverkkojärjestelmään on teknisesti mahdollista, mutta vaihtelevan uusiutuvan tuotannon osuuden lisääntyessä, sähköjärjestelmä edellyttää investointeja toimintavarmuuden ylläpitämiseksi. Uusiutuvan energian integraation kannalta on suotuisaa ja useissa tapauksissa kustannustehokasta:

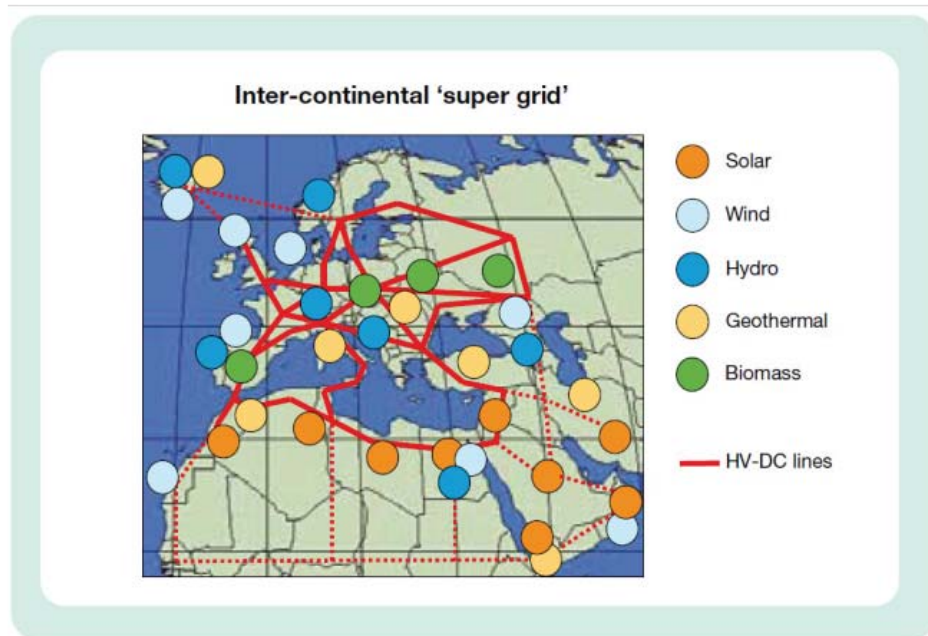
- panostaa useisiin eri uusiutuvan energian muotoihin,
- investoida sähkönsiirtoyhteyksiin eri alueiden välillä sekä
- investoida älykkäisiin sähköverkkoihin (smart grids).

Esimerkkejä vaihtelevasta sähköntuotannosta ovat tuuli- ja aurinkoenergia, joiden osuus sähköntuotannosta tulee merkittävästi kasvamaan esimerkiksi EU-alueella. Jo nykyisin Tanskassa, Saksassa ja Espanjassa vaihtelevan tuotannon osuus on noussut niin suureksi, että ajoittain kaikkea tuuli- tai aurinkoenergiaa ei pystytä hyödyntämään, jolloin sähkön markkinahinta on saattanut pudota nolleen. Mikäli EU-tavoitteet toteutuvat vuoteen 2020 mennessä suunnitellusti, EU:n sähköjärjestelmän ja -markkinan tulisi merkittävästi muuttua, jotta sähkön häiriötön jakelu voidaan turvata koko EU-alueella. Investointeja tarvitaan uuteen säätökapasiteettiin, uusiin sähkönsiirtoyhteyksiin EU-maiden välille sekä energiavarastoihin. Pohjoismaissa ja joissain muissa EU-valtioissa käytetään vesivoimaa säätövoimana ja mahdollisuudet lisätä vesivoimakapasiteettia liittyvät lähinnä vanhojen laitosten tehonkorotuksiin modernisoinnin yhteydessä. Maissa, joissa on suuria korkeuseroja, voidaan kuitenkin investoida pumppuvoimalaitoksiin, joissa uusiutuvaa energiaa voidaan varastoida pumpaamalla vettä korkealla sijaitseviin vesialtaisiin. Suurten offshore -tuulipuistojen osalta on mahdollista liittää tuotanto useiden valtioiden verkkoon, mistä on jo esimerkki Tanskan ja Ruotsin edustalla Itämerellä.

Suomessa on merkittävästi panostettu smart grid -teknologioiden, -konseptien ja uusien business-mallien kehittämiseen. Ala on hyvin heterogeeninen ja luo uusia mahdollisuuksia muun muassa uusiutuvien teknologioiden ja energiainfrastruktuurin sekä uusien palveluiden ja ICT-järjestelmien kehittäjille. Suomi tulee olemaan ensimmäinen valtio, jossa kaikilla kuluttajilla otetaan käyttöön etäluettavat sähkömittarit. Smart grid-konseptien demonstraatioita suunnitellaan ja toteutetaan esimerkiksi Helsingin Kalasatamaan sekä muille uusille asuntoalueille.

Kuvassa 2.24 on esitetty esimerkki tulevaisuuden sähköverkosta, jossa uusiutuvaa sähköä siirretään maiden ja jopa mannerten välillä. Tämä edellyttää HVDC (High Voltage Direct Current) sekä FACTS (Flexible Alternative Current Transmission System) -teknologioita, eli ns. super gridiä.

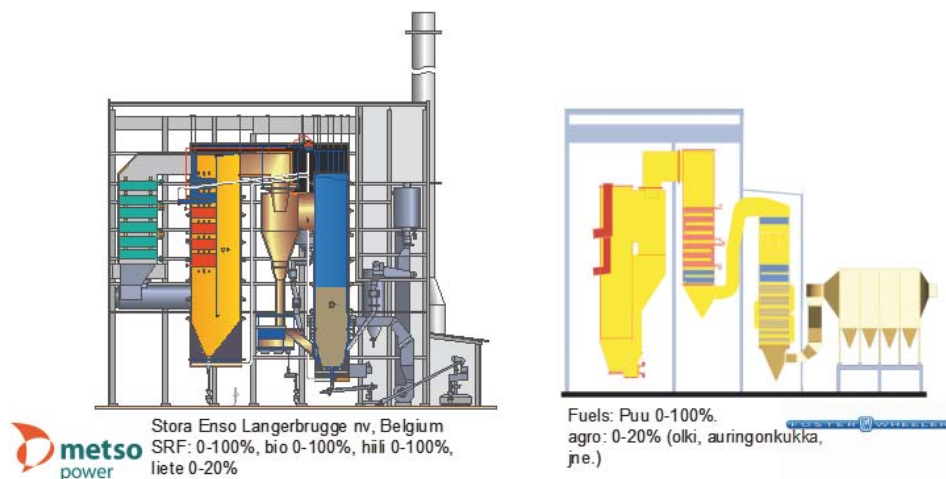
Kuva 2.24. Esimerkki super gridistä, jonka avulla uusiutuvaa energiaa voidaan siirtää pitkiäkin etäisyyksiä. (lähde: VTT 2009, Trieb & Muller-Steinhagen 2007).



Sekä tuuli- että aurinkoenergiateknologian kehityksellä voidaan lisäksi parantaa teknologioiden soveltuvuutta tulevaisuuden energiajärjestelmän tarpeisiin sekä paikallisiin ilmasto-olosuhteisiin. Winwind kehittää tuuliturbiineja, joita voidaan asentaa alueille, joiden tuuliolosuhteet eivät ole suotuisimmat. Suomessa on myös merkittävää osaamista tuulivoimaloiden kehitystyössä arktisiin olosuhteisiin. Moven-tas on kehittänyt yhteistyössä VTT:n kanssa voimansiirtojärjestelmiä tulevaisuuden tuulivoimaloihin.

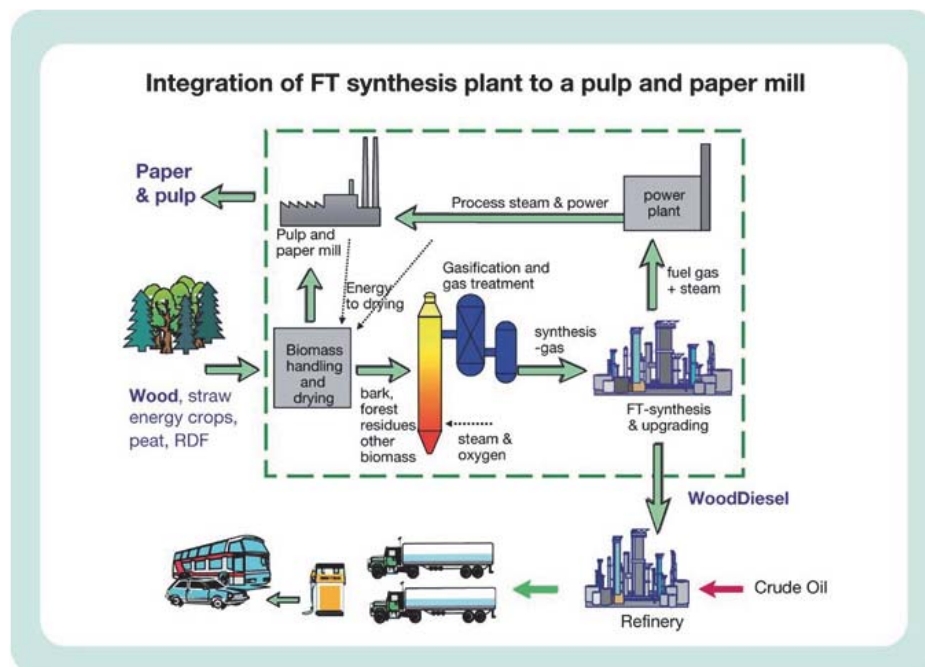
Kuten edellä on esitetty, myös biomassaa on rajallisesti käytettävissä energian tuotantoon ja globaalisti suurin potentiaali on peltobiomassojen käytön lisäämisellä. Tulevaisuudessa käytettäneenkin kattiloissa yhä laajempaa valikoimaa polttoaineita, jotka voivat asettaa kattilateknologioille uusia teknisiä vaatimuksia. Suomalainen leijukerroskattilateknikka soveltuu hyvin ns. hankalien biopolttoaineiden ja jätteiden käyttöön polttoaineena. Kuvassa 2.25. on esitetty esimerkki Suomessa kehitetyistä kattilateknikoista, jotka pystyvät hyödyntämään monipuolista polttoainevalikoimaa.

Kuva 2.25. Metso Powerin ja Foster Wheelerin kattilalaitokset, jotka hyödyntävät monipuolista polttoainevalikoimaa.



Kuten edellä esitettiin, uusiutuvalle energialle on asetettu sitovat tavoitteet myös liikenteen energiankäytössä. Uusiutuvan energian hyödyntäminen liikenteessä voidaan toteuttaa portaittain sekoittamalla biopolttoainetta fossiiliseen polttoaineeseen, joten investointeja uuteen infrastruktuuriin ei tarvita. Nykyisin biopolttoaineet tuotetaan ns. ensimmäisen sukupolven teknologialla, jota on kyseenalaistettu mm. polttoaineen elinkaaripäästöjen takia sekä muiden kestävyyskriteerien perusteella. Neste Oil tuottaa biodieseliä kehittämänsä NExBTL-prosessin avulla, jonka raaka-aineena voidaan käyttää kasvi- ja eläinperäisiä jätteitä. Nykyään raaka-aineena käytetään kuitenkin lähinnä palmuöljyä. Myös bioetanolin tuotannossa Suomessa hyödynnetään mm. elintarviketeollisuuden jätteitä ST1:n bioetanolilaitoksissa. Toisen sukupolven biopolttoainelaitokset voidaan integroida esimerkiksi sellu- ja paperitehtaan yhteyteen, jolloin raaka-aineena käytetään metsäteollisuuden sivutuotteita ja biopolttoaineentuotanto on joustavasti integroitu osaksi tehdasintegraattia. Suomessa onkin merkittävää osaamista tällä alueella ja kehitystyötä on tehty muun muassa VTT:llä ja useissa yrityksissä. Useat suomalaiset yritykset ovat suunnittelemassa demonstraatiolaitoksia Suomeen (yhdessä tapauksessa mahdollinen sijoituspaikka voi olla Suomen rajojen ulkopuolella). Demonstraatioille on haettu EU:sta tukea ns. NER300-rahoituksen kautta. Komissiolle toimitetut hakemukset koskevat UPM-Kymmene Oyj:n, NSE Biofuels Oy Ltd:n (Neste Oil'in ja Stora Enson yhteisyritys) ja Forest Btl Oy:n (Metsäliiton ja Vapon yhteisyritys) laitoshankkeita. Kuvassa 2.26. esittää periaatetta toisen sukupolven biodiesellaitoksen integroinnista metsäteollisuuden prosesseihin.

Kuva 2.26. Esimerkki biojalostamokytkenästä, jossa sellu- ja paperitehtaassa tuotetaan liikenteen biopolttoaineita (lähde: VTT 2009).



Biokaasua voidaan tuottaa kasvi- ja eläinperäisistä jätteistä reaktoreissa, mädättämällä tai kompostoimalla sekä synteettisesti kiinteästä raaka-aineesta ns. Fisher-Tropsch-synteesillä. Biokaasua voidaan käyttää paikallisesti energian tuotannossa sekä kuljettaa maakaasuun sekoitettuna maakaasuputkistoa pitkin tai tankkereilla esimerkiksi liikenteen polttoaineeksi. Biokaasua voidaan hyödyntää useilla eri teknologioilla, kuten kaasumoottoreissa, mikroturbiineissa ja polttokennoissa. Suomessa VTT ja Wärtsilä kehittävät polttokennotekniikoita, jotka soveltuvat sähkön sekä yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotantoon. Polttokennon etuna on sen korkea sähköntuotannon hyötysuhde verrattuna muihin tekniikoihin.

Siirryttäessä käyttämään tehokkaasti uusiutuvia energialähteitä rakennuksissa tulisi siirtyä ns. matalaenergiataloratkaisuihin, jotka voivat hyödyntää pieniä lämpötilaeroja lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Lämpöpumppujen avulla voidaan hyödyntää esimerkiksi maalämpöä ja rakennusten ilmanvaihdon poistoilman jätelämpöä lämpimän käyttöveden valmistukseen ja/tai rakennusten lämmitykseen ja jäähdytykseen. Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää aurinkopaneelien (PV) ja -keräimien tai ns. passiivisten aurinkoenergiajärjestelmien avulla. Sekä aurinkopaneelit että passiiviset aurinkoenergiajärjestelmät ovat osa tulevaisuuden rakennusten arkkitehtuuria ja materiaaliratkaisuja.

Näissä edellä mainituissakin ratkaisuissa tärkeitä ovat tiedollinen ohjaus, systeemien muutoksen hallinta ja halu sekä erilaisten toimijoiden käsitykset ratkaisujen teknista-loudellisesta, ympäristö- ja yhteiskunnallisesti kestävästä ratkaisusta pitkällä aikavälillä.

3 Uusiutuvaa energiaa edistävät politiikkatoimet ja t&k-toiminta eri maissa

Tässä luvussa analysoidaan uusiutuvaa energiaa edistäviä politiikkatoimia: aluksi tarkastellaan IEA:n analyysseja politiikkatoimista OECD:n jäsenmaissa ja BRICS-maissa², ja sitten esitellään tarkastelukehitys, jonka avulla vertaillaan Suomen uusiutuvia energiateknologioita edistäviä politiikkatoimia vastaaviin Tanskassa ja Alankomaissa. Tässä kiinnitetään huomiota erityisesti uusiutuvia energiatekniikoita edistäviin toimenpideohjelmiin sekä niiden kytkemiseen t&k-toimintaan ja -politiikkaan mutta myös muihin relevantteihin politiikka-alueisiin kuten teollisuuspolitiikkaan, ympäristöpolitiikkaan, viennin edistämiseen sekä työllisyys-, sosiaali- ja aluepolitiikkaan.

Lopuksi luodaan katsaukset Saksan, Yhdysvaltojen, Kiinan ja Intian uusiutuvaa energiaa edistävään politiikkaan. Saksa on ollut aktiivinen uusiutuvaa energiaa edistävissä toimissa erityisesti 2000-luvun alusta alkaen, jolloin säädettiin uusiutuvia energialähteitä koskeva laki (Renewable Energy Sources Act 2000, EEG). Uusiutuvien merkitystä vauhdittaa myös maan hallituksen päätös luopua ydinvoimasta vuoden 2022 loppuun mennessä. Saksaa koskeva katsaus perustuu pääosin Saksan ympäristö-, luonnonsuojelu- ja ydinturvallisuusministeriön (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) vuoden 2010 raporttiin (BMU 2010).

Myös Yhdysvalloissa uusiutuva energia on ollut yhä vahvemmin politiikka-aggendalla ja keskeiset alaa edistävät lait ovat energiapolitiikkalaki (Energy Policy Act, 2005) ja energian riippumattomuutta ja turvallisuutta koskeva laki (Energy Independence and Security Act, 2007). Yhdysvaltoja koskeva katsaus perustuu useisiin viimeaikaisiin aineistoihin, mm. Yhdysvaltojen ja Kiinan uusiutuvien energiamuotojen ja niitä koskevien politiikoiden vertailuun vuodelta 2010 (The Power of Renewables, 2010). Erityisen tärkeässä roolissa uusiutuvien energiamuotojen kehittäminen ja soveltaminen on suurimmissa kehittyvissä talouksissa Kiinassa ja Intiassa, joissa nopea talouskasvu asettaa mittavia haasteita kestäväen energajärjestelmän kehittämiseksi. Kiinaa koskeva uusiutuvan energiapolitiikan kuvaus perustuu mm. yllämainittuun Kiina-USA -vertailuun ja Intian kuvaus pääosin maan uuden ja uusiutuvan energian ministeriön raporttiin vuodelta 2011. Intiaa koskeva kuvauksessa mm. esitellään lyhyesti vuoden 2011 helmikuussa hyväksytyn uusiutuvaa energiaa koskevan strategian pääpiirteet. Maakuvausten laadinnassa on käytetty hyödyksi myös IEA:n aineistoja. Yksityiskohtaisia kuvauksia kohdemaiden ja muiden maiden

2 Brasilia, Venäjä, Intia, Kiina ja Etelä-Afrikka.

politiikkatoimista on IEA:n globaalia uusiutuvan energian politiikkaa ja toimenpiteitä koskevassa tietokannassa (www.iea.org/textbase/pm/?mode=re).

3.1 IEA:n analyysi uusiutuvia energiateknologioita edistävistä politiikkatoimista

International Energy Agency (IEA) on keskeinen kansainvälinen toimija uusiutuvan energian ja yleisesti eri energiatuotantomuotojen alalla. IEA seuraa ja raportoi jäsenmaidensa uusiutuvia energiatuotantoa edistäviä politiikkatoimia (esim. IEA 2004, IEA 2008, IEA 2001b). IEA julkaisi vuonna 2008 Deploying Renewables -raportin, jossa on analysoitu uusiutuvia energiateknologioita edistämään tarkoitettuja politiikkatoimia OECD:n jäsenmaissa ja BRICS-maissa (IEA 2008, IEA 2011b). Raportti valmistettiin G8-maiden uusiutuvien edistämistä koskevan toimenpidesuunnitelman tueksi. IEA:n mukaan toistaiseksi vain verrattain harvat maat ovat toteuttaneet sellaisia tehokkaita politiikkatoimia, jotka ovat nopeuttaneet uusiutuvien energiamuotojen leviämistä. Siten useimmissa OECD:n jäsenmaissa samoin kuin BRICS-maissa on olemassa merkittävä potentiaali politiikan parantamiseksi. Jos useimmissa maissa olisi jo toteutettu tehokkaita politiikkatoimia, tätä potentiaalia olisi voitu hyödyntää sekä nopeammin että laajemmin. Toisaalta, kappaleessa 2.2 esitetyn tilastoaineiston perusteella voidaan todeta, että viime vuosina joissain maissa on edistetty hyvinkin voimakkaasti uusiutuviin energiamuotoihin liittyviä investointeja erilaisin politiikkatoimin.

IEA:n mukaan ei-taloudelliset seikat voivat merkittävästi estää politiikkatoimien vaikuttavuutta ja nostaa kustannuksia kannustustoimista riippumatta. Tästä syystä yksittäisten kannustustoimien toimivuuden tarkastelu ei enää riitä, vaan on välttämätöntä arvioida uusiutuvia edistävän politiikan kokonaiskehystä, johon yksittäiset kannustustoimet sisältyvät. Yleisesti ottaen uusiutuvien energiateknologioiden edistämiseen tarkoitettujen politiikkatoimien vaikuttavuus ja tehokkuus määräytyvät kunkin kyseessä olevan politiikan avaintekijöiden ja periaatteiden pohjalta sekä edistämistoimien johdonmukaisuuden mukaisesti.

IEA:n mukaan uusiutuvia energiateknologioita edistävän politiikan tulisi sisältää viisi keskeistä periaatetta:

1. Politiikan tulisi poistaa uusiutuvien energiateknologioiden kehittämisen ja käyttöönoton ei-taloudellisia esteitä, jollaisia ovat uusiutuvien edistämistä haittaavat hallinnolliset raja-aidat, esteet energiaverkkoon pääsylle, sähkömarkkinoiden vapauttamiseen ja markkinoiden toimintaan liittyvät heikkoudet, informoinnin ja koulutuksen puute sekä sosiaaliseen hyväksyttävyyteen liittyvien seikkojen huomiotta jättäminen; tavoitteena tulisi olla kaikkien näiden seikkojen kuntoon saattaminen markkinoiden parantamiseksi uusiutuvien näkökulmasta ja uusiutuvia edistävien politiikkojen toimimiseksi.
2. On luotava ennakoitava ja läpinäkyvä politiikkakehys, joka houkuttelee investointeja uusiutuvien energiatekniikoiden alueelle.

3. Uusiutuvia energiatekniikoita edistävän politiikan tulisi kehittää sellaisia ylimenovaiheen kannustimia, jotka vaalivat ja monitoroivat teknologisia innovaatioita ja edistävät uusiutuvien energiateknologioiden kehitystä riittävän nopeasti kilpaileviin markkinoihin nähden; markkinoiden kehityksessä ajan mittaan ylimenovaiheen kannustimien roolia tulisi voida vähentää tarkoituksenmukaisesti.
4. Tulisi kehittää ja toteuttaa sopivia kannustimia, jotka takaavat eri uusiutuville teknologioille riittävän tukitason, mikä huomioi niiden teknologisen kypsyysvaiheen; näin voidaan monipuolisesti hyödyntää uusien energiateknologioiden laaja valikoima ja niiden erilaiset mahdollisuudet ajan myötä.
5. Uusiutuvien energiateknologioiden laajamittaisen käyttöönoton vaikutus koko energiajärjestelmään ja energiamarkkinoihin tulee ottaa huomioon myös yleisen kustannustehokkuuden ja energiajärjestelmän luotettavuuden näkökulmasta.

IEA:n mukaan sellainen politiikkakehys, joka yhdistää erilaisia teknologiaspesifejä tukiohjelmia ja ottaa huomioon uusiutuvien energiamuotojen teknologisen kypsyysvaiheen sopisi parhaiten menestyksellisesti toteuttamaan yo. avainpolitiikan mukaisia periaatteita ja vaalimaan uusiutuvien energiateknologioiden kehitystä kohti laajaa integraatiota markkinoille. Kansalliset olosuhteet (uusiutuvien tekninen potentiaali, nykyinen politiikkakehys, yllä kuvatut ei-taloudelliset esteet, markkinoiden vapautumisen vaihe, ja energiajärjestelmän infrastruktuuri) vaikuttavat optimaalisten kannustinohjelmien yhdistelmään ja valintaan. Näin on erityisesti silloin, kun uusiutuvien energiateknologioiden t&k-tukea täydennetään niiden käyttöönoton tuella, mitä IEA pitää kriittisenä seikkana tukipolitiikan onnistumiselle.

3.2 Innovaatiopoliittinen tarkastelukehys uusiutuvien energiateknologioiden analysoimiseksi

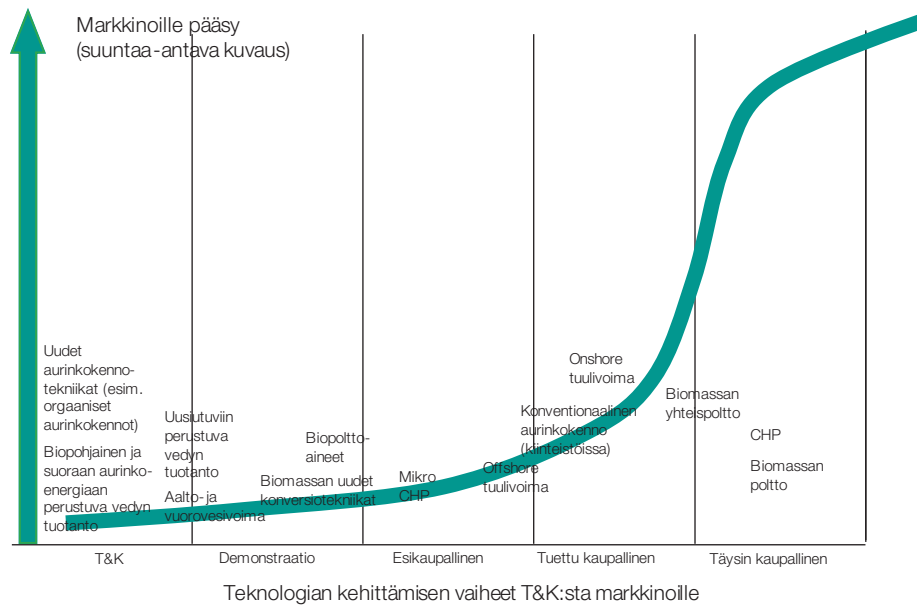
Uusiutuvien energiateknologioiden kehittämistä ja soveltamista edistäviä politiikka-toimia voidaan tarkastella politiikkakehyksessä, joka perustuu Foxonin et al. (2005) artikkeliin ja samankaltaisia ajatuksia noudattelevaan IEA:n (2008, 2009) raporttiin. Suomen politiikkatoimien vertailumaiksi on valittu Tanska ja Alankomaat.

Kuten aiemmin esitettiin, EU:n jäsenvaltioiden on direktiivin (2009/28/EY, 4 artikla, 1 kohta) mukaisesti täytynyt vahvistaa kansallinen uusiutuvaa energiaa käsittelevä toimintasuunnitelma (l. NREAP). Suomen toimintasuunnitelmaa esitellään lähemmin myöhemmin raportin luvussa 3.2. Toimintasuunnitelman keskeinen sisältö on uusiutuvaa energiaa koskevien tavoitteiden määrittely liikenteelle, sähköntuotannolle, lämmitykselle ja jäähditykselle, tavoitteiden asetus eri uusiutuvien energialähteiden käytölle sekä esitys kehityspoluista ja uusiutuvaa energiaa koskevista politiikan tukitoimenpiteistä. Suunnitelman pohjana ovat Suomen kansallinen ilmasto- ja energiasstrategia ja hallituksen uusiutuvan energian velvoitepaketin

linjaukset eri uusiutuvan energian lähteistä ja tarvittavista taloudellisista ohjauskeinoista. Suunnitelma on laadittu työ- ja elinkeinoministeriön, ympäristöministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön yhteistyönä. Komissio arvioi kansallisia toimintasuunnitelmia ja voi antaa niihin suosituksiaan.

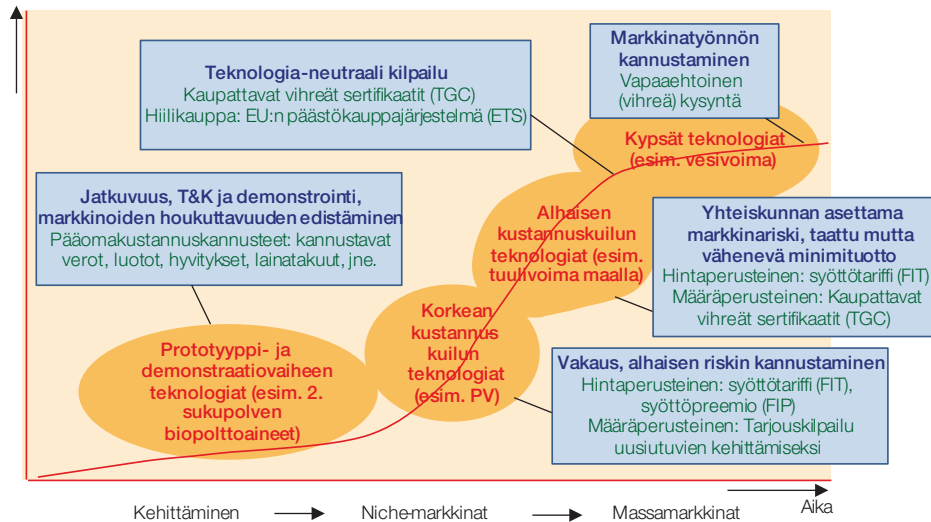
Foxonin et al. (2005) artikkelissa kehitetään uusiutuvien energiateknologioiden analysoimiseksi innovaatiopoliittinen tarkastelukehys, jonka puitteissa analysoidaan uusiutuvien energiateknologioiden kaupallista kypsyyttä markkinoiden kannalta ja vastaavasti eri kypsyyssvaiheissa käytettäviä politiikkainstrumentteja. Artikkelin politiikkakehyksessä innovaatiojärjestelmää analysoidaan ensinnäkin seuraavien kuuden avaintekijän kannalta: (1) uusiutuvien energiateknologioiden innovaatioiden ensisijaiset määrittäjät ja ajurit, (2) alan tiedon ja osaamisen luominen, leviäminen ja hyödyntäminen, (3) julkisen ja yksityisen kumppanuuden rooli, (4) IPR:n suojelemisen merkitys, (5) innovaatiojärjestelmän kansainvälinen ulottuvuus, sekä (6) muut innovaatioon liittyvät systeemiset vaikutukset. Toinen Foxonin et al. (2005) analyysin ulottuvuus on uusiutuvien energiateknologioiden kaupallinen kypsyyden, jonka vaiheet ovat (1) perus- ja soveltava t&k; (2) demonstraatiot (varhaiset prototyyppit tavoitteena myöhemmin täyden skaalan laitosten kehittäminen); (3) esikaupallinen vaihe, johon mennessä on tuotettu jo demonstraatiovaiheen teknologioita myös joissakin täyden skaalan yksiköissä; (4) tuettu kaupallinen vaihe, jossa on jo useampia vielä osin tuettuja kaupallisesti suuntautuneita yrityksiä; (5) kaupalliset teknologiat, jotka kilpailevat keskenään laajemmassa reguloidussa politiikkakehyksessä jo ilman valtion tukia. Kuten Foxon et al. (2005) korostavat, kyse ei ole kuitenkaan lineaarisesta innovaatioprosessista, vaan näiden kaikkien vaiheiden välillä on keskinäisiä palautevaikutuksia, eli innovaatioprosessit ovat komplekseja ja vuorovaikutteisia niin prosessien eri vaiheiden kannalta kuin eri vaiheissa mukana olevien yksityisten ja julkisten toimijoiden vuorovaikutusten kannalta (ks. esim. Kline and Rosenberg 1986). Kuva 3.1 esittää joidenkin uusien ja uusiutuvien energiateknologioiden kaupallisen kypsyyden suhteessa niiden aseman siirtymisessä markkinoille Yhdistyneissä Kuningaskunnissa (Foxon et al. 2005).

Kuva 3.1. Joidenkin uusien ja uusiutuvien energiateknologioiden kaupallinen kypsyyssvaihe Yhdistyneissä Kuningaskunnissa ja niiden asema siirtymisessä t&k-vaiheesta kaupallisille markkinoille (Foxon et al. 2005).

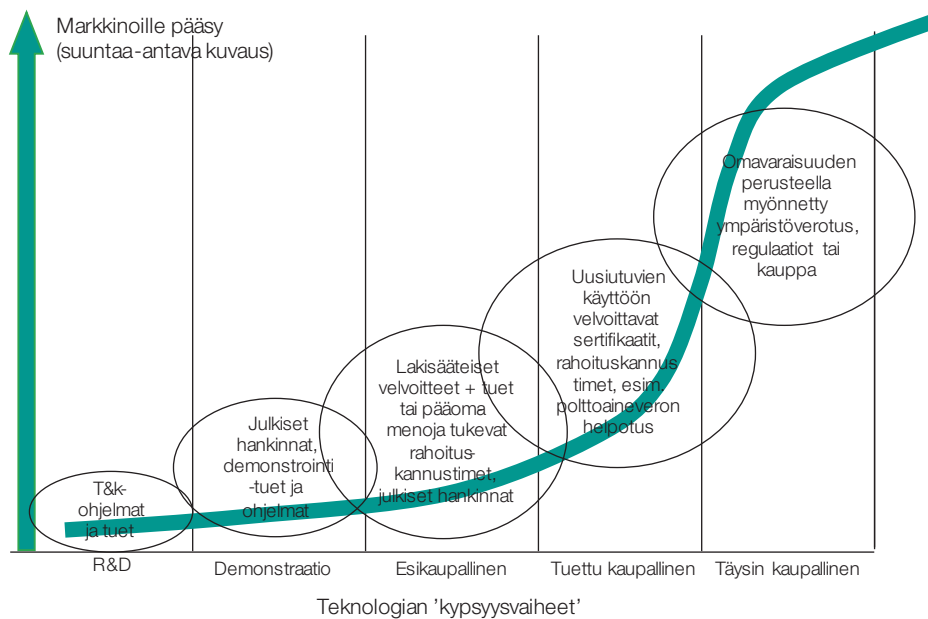


Kuten edellä todettiin, IEA:n vuoden 2008 analyysi uusiutuvien energiateknologioiden politiikkakehyksestä on monilta osilta lähellä Foxonin et al. (2005) kehittämää uusiutuvia energiateknologioita edistävää analyttistä politiikkakehystä (Kuva 3.2, IEA 2008, IEA 2011b).

Kuva 3.2. Uusiutuvia energiateknologioita edistävän politiikan tarkastelukehys, jossa niitä edistäviä politiikkainstrumentteja eritellään kunkin teknologian kehitys- ja kypsyysvaiheita noudattavan "S"-käyrän mukaisesti. Foxon et al. (2005) täydentävät edelleen yllä kuvattua analyysia yksilöimällä sellaisia politiikkainstrumentteja, joita voidaan käyttää joidenkin uusien ja uusiutuvien energiateknologioiden kaupallisen kypsyyden suhteessa niiden aseman siirtymisessä markkinoille (Kuva 3.3.).



Kuva 3.3. Uusiutuvien energiateknologioiden kypsymistä kuvaava teknologisen kehityksen käyrä ja esimerkkejä uusiutuvien kutakin kehitysvaihetta edistävästä politiikkainstrumenteista (Foxon et al. 2005).



Suomen ohella muutkin seuraavaksi tarkasteltavat maat eli Tanska ja Alankomaat ovat EU:n jäseniä. EU:n energiapolitiikan keskeisinä painopisteinä on hillitä ilmasto- muutosta kustannustehokkaasti sekä lisätä energiavarmuutta ja EU:n kilpailukykyä. Kestävän energiapolitiikan yhtenä osana kunkin jäsenvaltion edellytetään lisäävän uusiutuvan energian osuutta energiantuotannossa ja -käytössä siten, että vuoteen 2020 mennessä uusiutuvan energian osuuden EU-tason energiankulutuksesta tulee olla 20 prosenttia (8,5 prosenttia vuonna 2005). Vaikka uusiutuvan energian käytön lisääminen on tärkeä osa ilmastonmuutoksen hillintää, se voi myös myötävaikuttaa uusien työpaikkojen syntymiseen sekä parantaa energiavarmuutta.

3.3 Suomi

Kansallisessa pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa (VNS 6/2008 vp) asetetaan haastavat tavoitteet uusiutuvan energian lisäämiselle. Taustalla on EU:n Suomelle asettama tavoite uusiutuvan energian osuuden lisäämisestä. Kasvattaakseen uusiutuvien energiamuotojen osuutta energian kulutuksessa Suomi on toteuttanut politiikkatoimia, jotka on määritelty laissa uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta sekä biopolttoaineiden jakeluvetoisissa.

Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta (1396/2010) tuli voimaan 1.1.2011. Se sisältää sekä uusiutuvan energian syöttötariffijärjestelmän että vanhoja verotukia muistuttavat tuet, joilla korvataan vanha sähköverotuki tuulivoimalla, biokaasulla, metsähakkeella, pienvesivoimalla ja kierrätyspolttoaineilla tuotetulle sähkölle.

Syöttötariffijärjestelmässä sähkön tuottajalle, jonka tuulivoimala, biokaasuvoimala, metsähakevoimala tai puupolttoainevoimala on hyväksytty järjestelmään, maksetaan määräjän sähkön markkinahinnan tai päästöoikeuden hinnan perusteella muuttuvaa tukea (syöttötariffi) tukeen oikeuttavasta tuotannosta.

Syöttötariffijärjestelmään voidaan hyväksyä:

- 1) metsähakevoimaloita;
- 2) tuulivoimaloita, kunnes järjestelmään hyväksyttyjen tuulivoimaloiden generaattoreiden yhteenlaskettu nimellisteho ylittää 2 500 MVA;
- 3) biokaasuvoimaloita, kunnes järjestelmään hyväksyttyjen, pääasiallisesti biokaasulaitoksessa syntyvää biokaasua käyttävien biokaasuvoimaloiden generaattoreiden yhteenlaskettu nimellisteho ylittää 19 MVA; sekä
- 4) puupolttoainevoimaloita, kunnes järjestelmään hyväksyttyjä puupolttoainevoimaloita on enemmän kuin 50 ja niiden generaattoreiden yhteenlaskettu nimellisteho ylittää 150 MVA.

Sähkön tuottaja voi saada syöttötariffin enintään kahdentoista vuoden ajan siitä, kun oikeus syöttötariffiin alkaa. Syöttötariffijärjestelmään hyväksytyssä tuulivoimalassa, biokaasuvoimalassa ja puupolttoainevoimalassa tuotetun sähkön tavoitehintana on 83,50 euroa megawattitunnilta. Tuulivoimalassa tuotetun sähkön tavoitehintana on edellisestä poiketen 105,30 euroa megawattitunnilta vuoden 2015 loppuun saakka.

Syöttötariffijärjestelmään hyväksytyssä metsähakevoimalassa tuotetusta sähköstä maksetaan päästöoikeuden hinnan mukaan muuttuvaa tuotantotukea enintään 18 euroa megawattitunnilta.

Biopolttoaineiden jakeluvelvoitelain vuonna 2010 toteutettujen muutosten tärkein sisältö on vuotuisen biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen kasvattaminen nykyisestä 4 prosentista 6 prosenttiin vuosina 2011–2014 ja sen jälkeen asteittain aina 20 prosenttiin vuonna 2020.

Velvoite lasketaan polttoaineen sisältämän energian perusteella. Liikenteen osalta EU edellyttää kaikilta jäsenvaltioilta 10 prosentin uusiutuvan energian osuutta vuonna 2020. Hallitus on kuitenkin katsonut, että Suomella on hyvät edellytykset ylittää EU:n vaatimus reilusti. Korotetun, 20 prosentin biopolttoainevelvoitteen yhtenä tavoitteena on luoda Suomeen biopolttoaineiden edelläkävijämarkkinat ja kysynnän lisäämisen kautta tukea suomalaisten yritysten pyrkimyksiä käynnistää laajassa mitassa ns. toisen sukupolven biopolttoaineiden tuotantoa, joiden raaka-aineina käytettäisiin mm. metsähaketta sekä erilaisia jätteitä.

Jakeluvelvoitteen osalta käytetään RES-direktiivin määrittelemää ns. tuplalaskentaa, jonka mukaan esimerkiksi metsähake- tai jättepohjaisen biopolttoaineen energiasisältö lasketaan kaksinkertaisena mukaan velvoitteeseen.

3.4 Tanska

Tanskan hallitus julkisti helmikuussa 2011 vuoteen 2050 ulottuvan energiatekniikan, joka kertoo, kuinka maa voi saavuttaa hiilestä, öljystä ja kaasusta riippumattoman energiajärjestelmän ja merkittävästi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2050 mennessä.

Strategian mukaan tuulesta, biomassasta ja biokaasusta tuotettu uusiutuva energia tulee huomattavasti lisääntymään nykyisestä. Uusiutuvan energian osuuden odotetaan nousevan kolmannekseen energiankulutuksesta, mikäli strategiassa esitetyt aloitteet toteutetaan. Tuulivoiman tuotannon tavoitellaan kattavan 40 prosenttia sähkönkulutuksesta vuoteen 2020 mennessä nykyiseen 20 prosentin sijaan. Osa lisäyksestä tulisi myös biokaasun käytöstä lämmöntuotannossa ja biokaasun tuotannon lisäyksestä, jonka edistämiseksi esitetään useita uusia toimenpiteitä.

Euroopan Unionin Tanskalle vuoteen 2020 mennessä asetettu tavoite uusiutuvan energian osuudeksi on 30 prosenttia (17 prosenttia vuonna 2005). Tanskan merialueelle rakennetun tuulivoiman kasvu on ollut keskimäärin 71 prosenttia vuodessa ja sen kapasiteetti oli vuonna 2006 henkeä kohti korkein Euroopassa (yhteensä 400 MW).

Kasvattaakseen uusiutuvien energiamuotojen osuutta energian kulutuksessa Tanskassa on voimassa ja suunnitteilla useita politiikkatoimia. Tanskan ilmasto- ja energiaministeriö listaa julkaisussa (Klima- og energiministeriet 2010) kaiken kaikkiaan 26 toimenpidettä, joilla uusiutuvan energian käyttöä Tanskassa pyritään lisäämään. Seuraavassa on kuvattu toimenpiteitä sektoreittain.

3.4.1 Uusiutuviin energialähteisiin perustuva sähköntuotanto

Tanskan uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuki kohdistuu nykytilanteessa (joulukuu 2008, laki nro 1392): tuulivoimaloissa, biokaasusta, biomassasta ja muista uusiutuvista energialähteistä sähkön tuotantomuodoille.

Tuulivoimalatuottajille myönnetään yleisesti 25 äyrin/kWh (3,36 c/kWh) suuruisen tuotantotuki ajaksi, jolloin verkkoon kytkentähetkestä laskettu tuotanto vastaa 22000 tunnin huipunkäyttötuo- tontoa. Lisäksi tuulivoimalla tuotetulle sähkölle myönnetään 2,3 äyrin/kWh (0,31 c/kWh; vuoden 2010 kesikurssi) kompensatio tuulivoimalla tuotetun sähkön tasesähkön kustannuksiin. Tuulivoiman edistämiseksi Tanskassa on voimassa myös tuulivoimaloiden romutustuki, jonka avulla pyritään edistämään vanhojen, tehottomien voimaloiden korvaamista uusilla. Merituulivoimaloiden tukemiseksi Tanskan energiahallinto järjestää tarjouskilpailuja määritetyille alueille. Alle 25 kW:n pientuulivoimaa tuetaan, siten, että markkinahinnan ja tuen kokonaismäärä vastaa 60 äyriä/kWh (8,06 c/kWh). Lisäksi käytössä on uusia tukijärjestelmiä maatuulivoiman edistämiseksi.

Biomassasta tuotettu sähkö: biomassaa polttamalla tuotetusta sähköstä on voimassa 15 äyrin/kWh (2,01 c/kWh) tuotantotuki. Tuki koskee pelkkää biomassaa sekä laitoksia, joissa käytetään muita polttoaineita biomassan ohella.

Biokaasu: sähköntuotantolaitoksille, jotka käyttävät biokaasua, biomassan kaasutuksesta peräisin olevaa kaasua, ja Stirling- moottoreille ja muille erityissähköntuotantolaitteistoille, jotka käyttävät biomassaa energialähteenään, myönnetään tuki, joka yhdessä markkinahinnan kanssa on suuruudeltaan 74,5 äyriä/kWh (10,00 c/kWh). Jos näissä tuotantolaitoksissa käytetään muita energianlähteitä mainittujen rinnalla, biokaasua käyttävälle osalle myönnetään 40,5 äyrin/kWh (4,55 c/kWh):n suuruisen tuki.

Muu uusiutuvia energialähteitä käyttävä sähköntuotanto: Aurinko- ja aalto- tai valtamerenenergiasta tai muista uusiutuvia energialähteistä (pl. biomassasta ja biokaasusta) tuotettu sähkö saa tuen, joka yhdessä markkinahinnan kanssa on suuruudeltaan 60 äyriä/kWh (8,06 c/kWh) kymmenen ensimmäisen vuoden ajan verkkoon liittämisestä lukien. Jos laitos hyödyntää uusiutuvien energialähteiden rinnalla muita lähteitä, tuki on ensimmäisten kymmenen vuoden ajan 26 äyriä/kWh (3,49 c/kWh) ja seuraavien kymmenen vuoden ajan 6 äyriä/kWh (0,81 c/kWh). Muille energialähteille tuki on 10 äyriä/kWh (1,34 c/kWh) 20 vuoden ajan verkkoon liittämisestä.

3.4.2 Lämmitys ja liikenteen biopolttoaineet

Fossiilisten polttoaineiden käyttö lämmitykseen ja jäähdytykseen on merkittävän energiaveron alaista, suuruudeltaan noin 50 DKK/GJ. Myös jätteiden käytöllä on vastaava vero (pl. biohajoava jäte). Biomassat ja biomassapohjaiset jätteet on vapautettu tästä verosta, minkä toivotaan edistävän niiden käyttöä.

Lisäksi voimassa on tuki vanhojen öljykattiloiden korvaamiseksi tehokkaammilla/ ympäristöystävällisemmällä lämmitysjärjestelmillä (kaukolämpö, lämpöpumput, aurinko)

Bensiinin tai dieselin maahantuoja tai valmistaja on biopolttoainelain mukaisesti velvoitettu varmistamaan, että vähintään 5,75 % yhtiön vuosittaisesta maaliikenteen polttoaineiden kokonaismyynnistä (energiasisällöstä mitattuna) koostuu biopolttoaineista. Tavoite toteutetaan kolmessa vaiheessa: 0,75 % vuonna 2010, 3,35 % vuonna 2011 ja 5,75 % vuonna 2012). Hallitus tulee myös varmistamaan, että EU:n vuotta 2020 koskeva 10 %:n velvoite tullaan täyttämään. (Klima- og energiministeriet 2010). Biopolttoaineet on vapautettu CO₂-verosta, jota fossiilisista liikennepolttoaineista joudutaan maksamaan.

3.5 Alankomaat

Euroopan Unionin Alankomaille vuoteen 2020 mennessä asettama tavoite uusiutuvan energian osuudeksi on 14 prosenttia (2,4 prosenttia vuonna 2005). Kasvattaakseen uusiutuvien energiamuotojen osuutta energian kulutuksessa Alankomaissa on voimassa ja suunnitteilla useita politiikkatoimia. Vuonna 2010 Alankomaiden Euroopan komissiolle toimittamassa raportissa National renewable energy allocation plan on kuvattu maan energiapolitiikkaa ja lueteltu toimenpiteitä, joilla uusiutuvan energian käyttöä pyritään lisäämään. Seuraavassa on lueteltu keskeisimpiä toimenpiteitä.

3.5.1 Uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiantuotanto ja liikenteen biopolttoaineet

Kestävän energiantuotannon kannustinjärjestelmä (Incentive Scheme for Sustainable Energy Production (SDE)). SDE on syöttötariffimuotoinen tuotantotuki uusiutuvalla sähkön- ja kaasun- ja lämmöntuotannolle.

SDE käynnistettiin vuonna 2008, ja se koskee monia teknologioita: maa- ja merituulivoimaa, vesivoimaa, biomassasta tuotettua sähkö tai kaasua, aurinkosähköä, biokaasun tuotantoa jätevesistä ja kaatopaikkakaasuista sekä jätteenpolttoa.

Tuki koostuu perusosasta, joka kattaa uusiutuvan tuotantomuodon investointi- ja käyttökustannuksista ja kohtuullisesti marginaalista oletettua tuotantomäärää kohti. Tukiosa on energian markkinahinnan ja perusosan erotus, jos energian hinta on pienempi kuin perusosa. SDE on voimassa 12-15 vuoden ajan.

Alankomaiden lainsäädännössä on määritelty pakolliset minimiosuudet biopolttoaineiden jakelulle. Osuuden tulee kasvaa vuoden 2011 4,25 %:sta arvoon 5,5 %, vuoteen 2014 mennessä.

3.5.2 Alankomaiden muita keskeisiä toimenpiteitä

Alankomaissa on ns. hallituksen koordinoitijärjestelmä suurien energiainfrastruktuuri- ja uusiutuvan energian hankkeiden luvitukselle, jonka tavoitteena on nopeuttaa

lupapro-sessia. Maassa on myös tehty lakimuutos, jonka tarkoituksena on uusiutuvan energian pientuotantolaitosten lupaprosessien nopeuttaminen ja niiden läpinäkyvyyden lisääminen sekä tehty lakiehdotus, jonka tarkoitus on taata uusiutuvalla energi-alle ensisijainen asema energian siirtämiseksi verkon pullonkaulatilanteissa.

3.6 Saksan uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka

3.6.1 Uusiutuvan energian nykytila

Uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön osuus Saksassa oli yli 20 prosenttia vuoden 2011 ensimmäisellä puoliskolla. Vuonna 2010 uusiutuvilla energialähteillä tuotettiin lähes 17 prosenttia (yli 100 TWh) Saksan sähköstä (yhteensä 603 TWh), mikä oli enemmän kuin kaasuvoimalaitoksilla tuotettu osuus. Saksan investoinnit uusiutuvien energialähteiden sektorille olivat 26 miljardia euroa vuonna 2010 ja uusiutuvan energian toimialan arvioidaan työllistävän noin 370 000 ihmistä erityisesti pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. Noin kahden kolmasosan näistä työpaikoista arvioidaan syntyneen uusiutuvia energialähteitä koskevan lain (Renewable Energy Sources Act 2000, EEG) seurauksena (BMU 2010). Saksa on yksi maailman kolmesta suurimmasta uusiutuvaa energiaa käyttävästä taloudesta (Renewable Energy Network 21, 2011). Vuoden 2010 aikana uusiutuvien energialähteiden käytön lisääminen vähensi CO₂-päästöjä 110 miljoonaa tonnia. Yllä kuvattu kehitys on vähentänyt olennaisesti energian tuontitarvetta ja se on houkutellut myös ulkomaisia yrityksiä, mm. globaaleja markkinajohtajia kuten tuulivoimateollisuudessa Enercon, Nordex ja Repower ja aurinkovoimateollisuudessa Q-Cells, Schott Solar ja SolarWorld, etabloitumaan Saksaan.

3.6.2 Liittovaltion politiikkatoimet

Käyttämäänsä energiakonseptiin nojautuen Saksan hallitus vahvisti merkittäviä tarkistuksia maan energiapolitiikkaan kesäkuussa 2011. Maan on määrä aloittaa nopea luopuminen ydinvoimasta ja samalla siirtyä uusiutuvan energian aikakaudelle. Hallitus pitää näitä päätöksiä virstanpylväinä maan taloudelliselle ja sosiaaliselle kehitykselle.

Päätösten kulmakiviä ovat:

- ydinvoiman käytön lopettaminen viimeistään vuoden 2022 lopulla,
- dynaaminen uusiutuvien energialähteiden käytön laajentaminen kaikilla sektoreilla,
- sähköverkkojen nopea laajentaminen ja nykyaikaistaminen sekä
- energiatehokkuuden parantaminen erityisesti energiaa säästävän rakentamisen ja kunnostustoimien avulla, sekä nykyaikaisen teknologian käyttö sähkönkulutuksen minimoimiseksi.

Saksan hallituksen energiakonseptin tavoitteena on varmistaa, että energiahuolto pysyy luotettavana eivätkä energiakustannukset nouse millekään kuluttajataholle liian kalliiksi. Saksan asemaa teollisuuden sijaintipaikkana aiotaan vahvistaa ja samalla toteuttaa tiukat ilmastotavoitteet.

Uusiutuvat energialähteet ovat tulevaisuuden energiatarjontaa koskevan järjestelmän tukipilari. Niiden osuus sähkön tarjonnasta on tarkoitus kaksinkertaistaa vuoteen 2020 mennessä (osuus sähkön tarjonnasta olisi ainakin 35 prosenttia viimeistään vuoteen 2020 mennessä). Tämän mahdollistamiseksi tarkistettu uusiutuvia energialähteitä koskeva laki (EEG) tuli voimaan 1.1.2012. Sen mukaan uusiutuviin energialähteisiin perustuva sähkön tuotanto voi jatkaa tasaista nousuaan ja parantaa uusiutuvien energialähteiden integroitumista markkinoille ja energiajärjestelmään. Pääperiaatteet, uusiutuvan sähkön hankinnan ensisijaisuus sekä ja kiinteät syöttötariffimaksut – jäävät ennalleen. Lisäksi maksujärjestelmää on tarkoitus yksinkertaistaa ja lisätä sen läpinäkyvyyttä. Tarkoituksena on myös ottaa käyttöön markkinabonus, joka kannustaisi markkinaperusteisesti uusiutuvien energialähteiden käyttämiseen. EEG-lain perustana on uusiutuvan energian käytön edistämiseen tähtäävä EU direktiivi 2009/28/EY.

Tulevaisuudessa pyritään sähköverkkojärjestelmää parantamalla varmistamaan, että uusiutuviin energialähteisiin perustuva sähkö siirtyy tehokkaasti. Tätä taustaa vasten maan hallitus on hyväksynyt suunnitelmat muuttaa energiahuoltolakia (Energiewirtschaftsgesetz) siten, että se helpottaa valtakunnallisen verkon suunnittelua ja laajentamista. Ehdotetuilla toimilla on myös mittava julkinen kannatus ja toimien laaja avoimuus osaltaan mahdollistaa laajan hyväksynnän sähköverkon laajentamiselle. Lisäksi ehdotetun lain ”toimenpiteet voimaverkkojen laajentamisen nopeuttamiseksi” (Gesetzentwurf über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze) tarkoituksena on varmistaa, että myös erittäin korkean jännitteen voimajohtojen rakentamista voidaan nopeuttaa. Sähköverkoja on tarkoitus nykyaikaistaa mm. ”Smart Grid”-ratkaisuilla.

Energiavallankumouksen rahoittamiseksi Saksan hallitus on perustanut erityisen energia- ja ilmastorahaston. Tätä käytetään rahoittamaan mm. rakennusten hiilidioksidipäästöjen vähentämistoimia ja energiaa ja sen varastointitekologioita kehittävään t&k-toimintaan. Vuodesta 2012 alkaen kaikki päästöoikeuksien huutokaupasta saadut tulot maksetaan tähän rahastoon ja sen käytössä arvioidaan olevan vuodesta 2013 alkaen jatkossa vuosittain noin kolme miljardia euroa.

Energia-alan muutos nähdään suurena haasteena mutta myös suurena mahdollisuutena: Saksalla on mahdollisuudet tulla teolliseksi mallimaaksi, jolla on erittäin tehokas uusiutuviin energialähteisiin perustuva energiajärjestelmä. Maa odottaa toimivansa pioneerina ja hyvänä esimerkkinä muille taloudellisesti menestyvän ja kestävästi energiavallankumouksensa takia. Tulevaisuus ilman ylimääräisiä ekologisia rasitteita ja riippuvuutta kalliista tuontienergiasta uskotaan avaavan hyviä mahdollisuuksia maan viennille, työllisyydelle ja kasvuille.

Saksan hallituksen tavoitteena on nostaa vuoteen 2020 mennessä uusiutuvien energialähteiden osuus lämmön kokonaistoimituksista 14 prosenttiin ja energian loppukulutuksesta liikennesektorilla 10 prosenttiin. Nämä tavoitteet auttavat myös alentamaan kasvihuonekaasupäästöjä 40 prosentilla vuoteen 2020 mennessä ja 80-95 prosenttia vuoteen 2050 mennessä (verrattuna vuoteen 1990). Tämän vuoksi maan hallitus pyrkii vähentää sähkön kulutusta 10 prosentilla vuoteen 2020 mennessä ja vuoteen 2050 mennessä 25 prosentilla, kun taas primäärienergian kulutuksen arvioidaan alenevan 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä ja 50 prosentilla vuoteen 2050 mennessä.

3.7 Yhdysvaltojen uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka

3.7.1 Liittovaltion ja osavaltioiden politiikkatoimet

Uusiutuvaan energiaan perustuvan kotimaisen sähkön kulutus Yhdysvalloissa oli 14,3 prosenttia sähkön kokonaiskulutuksesta vuoden 2011 ensimmäisen puoliskon aikana (Electric Power Monthly Sept 2011). Keskeinen ajuri uusiutuvan energian käyttöön Yhdysvalloissa on muiden maiden tavoin kasvihuonekaasupäästöjen olennainen rajoittaminen erityisesti energia- ja liikennesektoreilla ja pyrkimys kestäviin energiamuotoihin pitkällä ajanjaksolla. Liikenteen energiakysymyksissä keskeisenä ajurina on kansallinen turvallisuus: Maan öljystä noin 65 prosenttia tuodaan ulkomailta ja osa siitä poliittisesti epävakailta alueilta. Uusiutuvan energian tuottamiseen, laitosten rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvien ”vihreiden työpaikkojen” luominen nähdään myös tärkeänä uusiutuvan energian laajemman käyttöön oton argumenttina.

Yhdysvaltojen energiavirastolla (U.S. Department of Energy, DOE) on keskeinen rooli liittovaltiotason energia-alan lainsäädännön, alan tutkimuksen, energian säästön ja muun energiapolitiikan kehittämässä. Keskeiset viime vuosina luodut lait ovat energiapolitiikkalaki (Energy Policy Act, 2005) ja energian riippumattomuutta ja turvallisuutta koskeva laki (Energy Independence and Security Act, 2007), joka oli viimeisin laaja-alainen energia-alaa koskeva lakiehdotus Yhdysvalloissa. Toinen tärkeä energia-alaankin liittyvä toimija maassa on ympäristövirasto (The Environmental Protection Agency, EPA), jonka vastuulla on ilmansuojelulainsäädäntö (the Clean Air Acts) ja joka on laatinut useita energiatehokkuutta edistäviä ohjelmia, kuten Energy Star, polttoainetehokkuuden standardeja, jne. EPA:n vuonna 2009 julkistama ympäristön vaarantamista koskeva päätös (Endangerment Finding) sisältää edellytyksiä ehdotetuille kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen tähtääville standardeille. Päätös tulisi rajoittamaan erityisesti hiilen ja muiden fossiilisten polttoainneiden saatavuutta sekä ja nostamaan niiden hintoja. Siten sillä tulisi olemaan olennainen vaikutus uusiutuvan energian kehitykseen Yhdysvalloissa.

Yhdysvaltojen osavaltiot edistävät uusiutuvan energian soveltamista toteuttamalla alan ohjelmia ja ottamalla käyttöön uusiutuvia koskevia standardeja (Renewable Portfolio Standards, RPS). Esimerkiksi Kalifornia perusti vuonna 2007 aurinkoenergiaa koskevan aloitteen (California Solar Initiative), joka myönsi taloudellisen kannustimen aurinkosähköyksiköllä tuotetulle sähkölle alle 30 kilovatin järjestelmissä. Aluksi kannustin oli asuntojen ja kaupallisiin järjestelmiin 2,50 US-dollaria asennettua aurinkosähköyksikköä kohti sekä osavaltion hallinnon ja ei-kaupallisiin järjestelmiin 3,25 US-dollaria. Kannustin laski ajan myötä aurinkosähköasennusten kokonaiskapasiteetin kasvaessa. Osavaltiot ovat kokeilleet erilaisia uusiutuvaa energiaa edistäviä politiikkatoimia erityisesti 2000-luvun alkupuolelta lähtien (NAE/NRC/CAS/CAE, 2007). Vuodesta 2010 alkaen 29 osavaltiota ja Columbian piirikunnalla (Columbia District) on uusiutuvia koskevia standardeja (RPS) ja seitsemän osavaltiota on asettanut näitä koskevia tavoitteita. Kattavat tiedot osavaltiotason kannustimista on saatavissa osavaltioiden kannustimia koskevasta tietokannasta (Database of State Incentives for Renewables & Efficiency: <http://www.dsire-usa.org/incentives>).

3.7.2 Yleiset ja kohdistetut politiikkatoimet

Uusiutuvaa energiaa koskevaa politiikkaa Yhdysvalloissa toteutetaan liittovaltion, osavaltioiden ja paikallisella tasolla. Keskeisiä liittovaltiotason politiikkainstrumentteja ovat uusiutuvan energiatuotannon verohyvitys (Federal Production Tax Credit, PTC) ja uusiutuvia koskevien investointien verohyvitys (Investment Tax Credit, ITC) sekä nopeutettuja poistoja koskeva järjestelmä (Modified Accelerated Cost-Recovery System, MACRS). Näiden taloudellisten kannustimien ja tukien takia uusiutuvan energia on tullut yhä kilpailukykyisemmiksi perinteisiin fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna.

Viimeaikaiset liittovaltion ehdotukset saattavat vaikuttaa Yhdysvaltain uusiutuvan energian kehitykseen. Tällaisia ovat edellä mainitut uusiutuvia koskevat standardit (RPS), hiilien hinnoittelua koskeva lainsäädäntö sekä sähkön siirtoa ja jakelua koskevat määräykset. Uusiutuvien polttoaineiden tukien ja liittovaltion uusiutuvia polttoaineita koskevan standardin (Renewable Fuel Standard, RFS) yhdistelmä saattaa muuttaa vaihtoehtoiset liikennepolttoaineet kustannuksiltaan yhä kilpailukykyisemmiksi. Palmerin ja Burtrawin (2005) mukaan liittovaltiotason standardit (RPS) edistäisivät uusiutuvia kustannustehokkaammin kuin uusiutuvan energiatuotannon verohyvitys (PTC) tai hiilidioksidipäästöjen rajoitukset ja päästökauppa. Liittovaltiotason standardeihin kohdistuvan kritiikin mukaan standardit suosivat uusiutuvia energialähteitä muihin vähähiilisiin energiantuotantomuotoihin verrattuna, erityisesti ydinvoimaan sekä kivihiileen nähden olettaen, että kivihiililaitoksiin yhdistetään hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS). CCS on kuitenkin vasta demonstraatioasteella, joten sen täysimittaisesta käyttöönotosta ei ole vielä varmuutta.

Uusiutuvia koskevat standardit (RPS) voivat olla tiukempia kuin liittovaltioiden uusiutuvan energian vaatimukset. Tämä on merkittävää, koska valtio voi mittavien ja tiukkoja ympäristömääräyksiä noudattavien kuluttajamarkkinoiden oloissa vaikuttaa säädösten säätämiseen kansallisella tasolla. Esimerkiksi Kalifornian suhteellisen tiukka polttoainetaloutta koskeva CAFE-asetuksen soveltaminen on houkutteleva kaikille autonvalmistajille Yhdysvalloissa, koska se mahdollistaa pääsyn Kalifornian suurille automarkkinoille.

Yhdysvaltojen kongressi hyväksyi helmikuussa 2009 talouden elvytyspaketin (American Recovery and Reinvestment Act, ARRA). Paketti koskee koko maan talouden kattavaa rahoitusta, mutta siinä on myös joitakin erityismääräyksiä, jotka tukevat myös uusiutuvien käyttöönottoa. Liittovaltion tukea on mahdollista saada ensinnäkin uusiutuvaan energiaan liittyvien investointien verohuojennuksena, jota hallinnoi valtiovarainministeriö, sekä lainatakuina, josta vastaa energiavirasto. Noin 43 miljardia dollaria ARPA-rahoituksesta suunnattiin ”puhtaan energian” hankkeille, josta energiavirasto hallinnoi 36,7 miljardia. Tästä summasta 4,5 miljardia dollaria on tarkoitus käyttää Smart Grid-sovelluksiin, 4 miljardia lainatakuisiin, 2,3 miljardia alan valmistavan teollisuuden verohyvityksiin, ja 2,5 miljardia tutkimukseen, kehittämiseen ja demonstraatioihin.

Uusiutuvia koskevia standardeja (RPS) on käytetty useimmin osavaltioiden politiikkainstrumentteina uusiutuvan energian kehittämisen kannustimena ja niitä on täydennetty verohelpotuksilla ja muilla kannustimilla. Jotkut osavaltiot eivät kuitenkaan ole soveltaneet standardeja, mihin syynä ovat kyseisten osavaltioiden niukat uusiutuvien energialähteiden resurssit, osavaltioiden vastustus liittovaltion kasvavalle roolille sähkön siirrossa, sekä osavaltioiden välinen kilpailu. Jotkut osavaltiot, etenkin Kalifornia, ovat jo toteuttaneet syöttötariffijärjestelmän ja myös kansallisen syöttötariffin käyttöönotosta käydään keskustelua.

Vapaaehtoiset kuluttajien päätökset ostaa sähköä uusiutuvien energialähteiden tuottajilta muodostaa yhden tukimekanismin uusiutuvan energian kehittämisessä. Tämä Green-Power markkinoinniksi nimitetty menettely on myös tärkeä instrumentti uusiutuvan energian politiikan kehittämisessä. Esimerkiksi vuonna 2008 vapaaehtoiset energian ostot olivat Yhdysvalloissa noin 0,6 prosenttia sähkön myynnistä (Bird et al. 2009). On kuitenkin epäselvää, kannustaako tällainen uusi energia-politiikka markkinoita kohti uusiutuvia energiamuotoja vai kanavoiko se vain olemassa olevaa kiinnostusta tähän vapaaehtoiseen markkinaperusteiseen toimintaan.

3.7.3 Vaikutukset ja haasteet

Seuraavaan (Kuvat 3.4 ja 3.5) on koottu Yhdysvaltain politiikkatoimia, jotka suoraan ja epäsuorasti ovat vaikuttaneet uusiutuvan energian tuotantoon ja kulutukseen Yhdysvalloissa.

Kuva 3.4. Yhdysvaltain uusiutuvaa energiaa edistävän politiikan suorat toimet.

Dates	Policy	Level	Sector	Form	About
1997-present	Renewable Portfolio Standard (RPS)	States and territories (44)	Electricity	Command-and-control (with trading).	The standard varies significantly depending on the state (typically 10% to 30%), and the type of renewable energy source. Adding all the RPS for the different states shows that 60GW of renewables will be placed online over the next decades.
1994-present	Production Tax Credit	Primarily federal	Electricity	Financial incentives	Mandates 2.1cent tax credit per kWh of electricity generated in the first 10 years of new renewables projects.
1986-present	Modified Accelerated Cost-Recovery System (MACRS)	Federal	Electricity	Financial incentives	By allowing a wide variety of renewable electricity assets to be declared as depreciating rapidly, this system indirectly reduces the tax burden on entities building renewable energy capacity. In some cases this can be very significant. Prior to MACRS (from 1975-1983), a similar system, the Accelerated Cost Recovery System (ACRS), was in place.
2005-present	Investment Tax Credit (ITC)	Federal	Electricity	Financial incentives	This mandates a 30% tax credit for solar power, fuel cells and small wind <100 kW, and a 10% for geothermal, micro turbines and combined heat and power. Note that the American Reinvestment and Recovery Act of 2009 allowed all PTC eligible renewable sources to receive the ITC in-lieu of the PTC.
2005-present	Renewable Fuel Standard (RFS)	Primarily Federal	Transport	Command-and-control (with trading)	The 2007 Energy Independence and Security Act mandated a substantial increase in the use of biofuels over the level established by the Energy Act of 2005. The Energy Act of 1992 gave DOE the authority to require alternative fuels, but only in certain federal fleets.
1997-present	Public benefit funds	States	Electricity	Financial incentives	Several states tax electricity and use a portion of the tax revenues to fund a wide variety of projects and subsidies for renewable power
1978-present	Tax credits, grants, rebates, low-interest loans	Federal, states (49)	Primarily Electricity	Financial incentives	Every U.S. state except Arkansas provides some form of financial assistance to renewable energy, though the nature and extent of this assistance varies considerably. Tax exemptions are a common theme.
Varies	State goals	States (5)	Primarily Electricity	Goal setting	Five states that have not established binding renewable energy targets have established nonbinding goals instead.
2009	25% RE by 2025	Federal	All	Goal	President Obama has called for the U.S. to meet 25% of its energy needs with renewable energy by 2025.
2009	Doubling RE in 3 years	Federal	All	Goal	President Obama has called for the U.S. to double its production of renewable energy in 3 years.
1978-present	Renewable fuel subsidies	Federal	Transport	Financial incentives	Federal subsidies for renewable fuels have gone through various permutations since the Energy Tax Act of 1978. The current level is 45 cents per gallon for corn ethanol, 65 cents per gallon for cellulosic ethanol, and \$1 per gallon for biodiesel.

Kuva 3.5. Yhdysvaltain uusiutuvaa energiaa edistävän politiikan epäsuorat toimet.

Dates	Policy	Level	Sector	Form	About
1980-present	Subsidies for alternative fuels	Primarily Federal	Transport	Financial incentives	Typically collect a small surcharge on electricity sales to use for subsidizing renewable in other ways. As of 2004, more than \$300 million invested annually.
2001-present	Green power purchasing	States (Mandatory in 7)	Electricity	Financial incentives	Protocol by which consumers can pay a surcharge on their electricity prices to "buy" renewable power. Obvious difficulty is that utility cannot choose which electrons go to which consumers; raises questions of additionality.
2009-present	GHG controls	States/ Regional (RGGI, WCI, MGGRA)	All	Command-and-control (with trading)	Any emissions trading or carbon tax legislation would likely lead to a substantial and sustained competitive advantage for renewable power sources. If emission-trading legislation passes, one key question would be the allocation of emission permits. Depending on their distribution, renewable power could be heavily affected.
1975-present	CAFÉ standards	Federal, State (1)	Transport	Command-and-control (with trading)	CAFÉ fuel efficiency standards do not fully apply to alternative fuels, thereby encouraging adoption of alternative fuels, including renewable fuels.
Many states in 1996	Net metering	States (39 as of 2004)	Electricity	Protocol setting	Allows end users with installed power sources to sell excess power to the grid. Particularly useful to renewable power sources, due to near-zero marginal cost of generation and inability to switch off. Other sources can be used as well.
1970s to present	R&D funding	Primarily Federal	All	Research	Wide variety of research funding, such as \$2.5 billion for research in the stimulus package to EERE.
Varies	State goals	States (5)	All	Goal setting	Five states that do not have renewable portfolio standards have renewable portfolio goals.

Kuten taulukot osoittavat, fossiilisten polttoaineiden kehittäminen (erityisesti öljyn) on historiallisesti hyötynyt erilaisista tuista ja muista liittovaltion kannustimista. Vakiintuneet teknologiat näillä aloilla ovat edelleen riippuvaisia liittovaltion kannustimista, jotka perustuvat erityisesti veropolitiikkaan ja sääntelyyn. Kuva 3.5. kuvaa liittovaltion energiantuotannon verohyvityksen (PTC) vaikutusta, joka on ollut keskeinen ajuri Yhdysvaltain uusiutuvan energian alalla. Verohyvityksen nopeat vuosittaiset vaihtelut ovat hankaloittaneet mittavien hankkeiden pitkäjänteistä suunnittelua ja toteutusta.

Uusiutuvan energian hinta riippuu monista tekijöistä kuten uusiutuvien resurssienteknisistä potentiaaleista, siirtokustannuksista, uusiutuvien integrointikustannuksista sähköverkkoon ja energiapoliittisista toimista (Brown ja Busche, 2008).

Historiallisesti energiapolitiikka ja kannustimet eivät ole olleet riittäviä tukemaan uusiutuvien laajamittaista käyttöönottoa. Jotkut uusiutuvien laajemman käytön kehittäjät ovat yrittäneet niputtaa valtion avustuksia eli yhdistää julkisen rahoituksen eri lähteitä suuria kustannuksia edellyttävien uusiutuvien energiamuotojen infrastruktuurikustannusten kattamiseksi. Ilman uusia politiikkatoimia EIA arvioi uusiutuvan energian osuuden pysyvän kuitenkin suhteellisen pienenä energiankäytöstä vuoteen 2035 mennessä (EIA 2010a).

3.8 Kiinan uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka

3.8.1 Yhteiskunnan rooli

Kiinan energiapolitiikkaa kehitetään kaksivaiheisesti: Keskushallinto valmistelee ensin kattavat poliittiset päämäärät ja viestii niistä viisivuotissuunnitelmissa. Ministeriöt, virastot ja Kiinan kansankongressi käyttävät näitä suunnitelmia kohdennettujen konkreettisten politiikkatoimien konkreettisessa suunnittelussa ja toteutuksessa. Kiinan 10. ja 11. viisivuotissuunnitelmat (2000-2005, 2006-2010) olivat ensimmäisiä, joissa asetettiin tavoitteita uusiutuvien energiamuotojen kehittämiseksi.

Uusiutuvan energian merkityksen kasvu Kiinassa edellyttää koordinoitua toimintaa keskushallinnon, valtion virastojen ja monien ulkopuolisten toimijoiden välillä. Tammikuussa 2010 hallitus ilmoitti Kansallisen energiakomission (National Energy Commission, NEC) perustamisesta. Sen tehtävänä on virtaviivaistaa Kiinan energiatoimintoja ja koordinoita Kansallisen energiaviraston (National Energy Bureau, NEB) ja Kansallisen energiahallinnon (National Energy Administration, NEA) toimintoja, joissa on päällekkäisyyksiä myös muiden ministeriöiden kanssa. Kansallinen energiakomissio NEC vastaa monista Kansallisen kehittämisen ja uudistamisen komission (National Development and Reform Commission, NDRC) ja valtiovarainministeriön energiaan keskittyvistä toiminnoista. Kansallisen energiakomission tavoitteena on laatia Kiinan energiat strategia, varmistaa maan energiaturvallisuus, sekä koordinoita alan yhteistyöohjelmia.

Yksi tärkeimmistä tavoitteista uusiutuvan energia-alan kehittämiseksi Kiinassa on toimittaa sähköä yli kahdelle miljoonalle maaseudulla ilman sähköä olevalle kotitaloudelle. Toisena pitkän ajanjakson päätavoitteena on rajoittaa kivihiilivoimalaitosten sähköntuotannon ympäristövaikutuksia. Kasvihuonekaasupäästöjen vaikutus ilmastoon tunnustetaan ja maa on toteuttanut useita päästöjä rajoittavia toimia päästöille alueellisesti määriteltyjen kriteerien perusteella (mm. pienhiukkaset, rikkidioksidi, jne.) (ks. NAE / NRC / CAS / CAE, 2007). Näitä rajoituksia voidaan pitää myös hallinnon vastauksina ympäristöongelmien takia väestön keskuudessa syntyneisiin levottomuuksiin. Vielä tärkeämpänä pidetään kuitenkin sitä, että Kiinassa ymmärretään uusiutuvaan energiaan liittyvät lupaavat taloudelliset mahdollisuudet puhtaana teknologian globaaleilla markkinoilla.

Esimerkiksi vuonna 2009 yli 90 prosenttia Kiinan aurinkokennotuotannosta vietiin maailmanmarkkinoille.

3.8.2 Yleiset ja kohdistetut politiikkatoimet

Kiinan 11. viisivuotissuunnitelman uusiutuvaa energiaa koskevan politiikan tavoitteena on nopeuttaa teknologian ja alan teollisuuden kehitystä tukemalla erityisesti bionestepolttoaineiden, tuulivoiman, biomassaan perustuvan energian sekä aurinkovoiman teknologisia läpimurtoja ja teollista toimintaa. Tavoitetta tuetaan useilla toimenpiteillä ja kannustimilla (ks. liitetaulukot 1 ja 2). Neljä tärkeää politiikka-aluetta Kiinan uusiutuvan energian alueella ovat (1) Kiinan kansantasavallan laki uusiutuvasta energiasta (Renewable Energy Law 2005), jossa hahmotellaan politiikan tavoitteet; (2) Kiinan uusiutuvien energialähteiden keski- ja pitkän aikavälin kehityssuunnitelma, jossa asetetaan uusiutuvan energian kynnysarvot; (3) uusiutuvan energian kehittämisen erityisrahaston hallinnan väliaikaiset toimenpiteet; ja (4) uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön politiikka ja hinta, joka sisältää hinnoittelua koskevat politiikkatoimet.

Vesivoimaa lukuun ottamatta uusiutuvat energiamuodot ovat Kiinassakin fossiilisia polttoaineita kalliimpia. Yhtenä syynä tähän ovat pitkän aikavälin tuet fossiilisille polttoaineille ja siksi hinnoittelupolitiikalla on tärkeä rooli uusiutuvien energialähteiden käyttöönoton kannustamiseksi. Yhtenä keinona ovat syöttötariffit, jolloin uusiutuvan sähkön tuottajalle maksetaan sähkön markkinahinnan tai päästöoikeuden hinnan perusteella muuttuvaa tukea tukeen oikeuttavasta tuotannosta. Toisena keinona on tarjouskilpailu, jossa viranomainen laatii uusiutuvien energiamuotojen teknillisiä spesifikaatioita ja erityisvaatimuksia sisältävän tarjouspyynnön ja pyytää kilpailevia tarjouksia uusiutuvaa energiaa koskevien projektien toteuttamiseksi. Kiinassa syöttötariffien on todettu edistävän biomassavoimaloiden ja aurinkosähkön käyttöönottoa ja tarjouskilpailun puolestaan tuulivoimaa. Vuonna 2009 tarjouskilpailu Kiinassa korvattiin syöttötariffilla. Kun maa on laajentamassa syöttötariffin käyttöä, sen on todennäköisesti harkittava kiintiöiden ja koron nostamista, jotta järjestelmä kannustaisi suuremman mittakaavan kaupallisiin hankkeisiin (The Power of Renewables, 2010). Syöttötariffit ovat keskeinen keino (noin 90 prosenttia) Kiinan kansallisesta tuesta uusiutuvan energian kehittämisessä ja muiden toimien osuus (mm. kansallinen tuki t&k-toiminnalle, muut teknologian kehitystoimet mm. luotettavuuden kehittämiseksi ja kulujen alentamiseksi) jää siten melko vaatimattomaksi.

Biopolttoaineiden tuotannolla on tärkeä asema Kiinan politiikassa, mutta biomassan käyttöä edistävä politiikka keskittyy pääasiassa sähkön ja lämmön tuotantoon, ei vaihtoehtoisten liikennepolttoaineiden kehittämiseen. Tämän linjauksen taustalla on huoli biopolttoaineiden mahdollisista vaikutuksista elintarvikehuoltoon mistä syystä hallitus kielsi etanolin tuotannon elintarvikeviljasta vuonna 2006. Etanolin tuotanto muista kuin elintarvikkeina käytettävistä viljelykasveista (maniokki, durra, puuvillansiemenet, jne.) kuitenkin jatkuu.

Kiina aloitti tuulivoimakapasiteetin laajamittaisen rakentamisen vuonna 2005 ja se on sittemmin tullut maailman suurimmaksi kotimaisen tuulienergian markkina-alueeksi, jonka rakennettu tuulivoimakapasiteetti on kolminkertainen Intiaan ja kymmenkertainen Tanskaan verrattuna vuosina 2005–2010 (IEA 2010). Kuten Tanskassa ja Intiassa, Kiinassa on luotu vahvat kannustimia ja ajureita yksityisille investoinneille kattavalla seuraavaksi toimet sisältävällä tukiyhdistelmällä:

- Maan 11. viisivuotissuunnitelma (2006) sisälsi uusiutuvan energian käytön laajentamisen sähkön kasvavan kysynnän tyydyttämiseksi ja energiaturvallisuuden ja kuormituksen vähentämiseen liittyvien tavoitteiden saavuttamiseksi. Suunnitelman mukaan 5 GW tuulivoimaa tulisi olla asennettuna vuoteen 2010 ja 30 GW vuoteen 2020 mennessä.
- Tavoitteet toteutetaan Kiinan maakuntien ja sähköntuottajien toimesta uusiutuvalle energialle määritettyjen osuuksien mukaisesti. Poliittikka yhdistää markkinainstrumentteja ja valtion väliintuloa (esim. hintasäännöstely ja teknologioita koskevia tavoitteita).
- Tuki valtion omistamien yritysten tuulivoiman t&k-investointeihin.

3.8.3 Päätösten vaikutukset ja haasteet

Vesivoimahankkeet hallitsevat Kiinan uusiutuvan energian kehittämistä, mikä kuvastaa sähköistämisen keskeistä strategista merkitystä maan energiajärjestelmän kehittämisessä. Maalla on myös resursseja ja osaamista vesivoimien hyödyntämiseksi ja yhdessä keskitetyn politiikkateon kanssa tämä mahdollistaa Kolmen rotkon padon (Three Gorges Dam) tyyppisten suurten vesivoimalaprojektien toteuttamisen. Muiden uusiutuvien energialähteiden käyttöönotto, tuulipuistoja koskeva viimeaikaista poikkeusta lukuun ottamatta, näyttäisi edelleen olevan verkkaista useimmilla alueilla, koska edullista fossiilisiin lähteisiin perustuvaa energiaa on runsaasti saatavilla.

Yksi tärkeimmistä uusiutuvaa energiaa edistävistä politiikkatoimista Kiinassa on uusiutuvan energian keskipitkän ja pitkän aikavälin kehittämissuunnitelma. Tämä politiikka sisältää tavoitteen puhtaan energian osuuden lisäämiseksi (ml. suuret vesivoimalat ja ydinvoima) 10 prosentilla primäärienergian kulutuksesta vuoteen 2010 mennessä ja 15 prosentilla vuoteen 2020 mennessä. Näiden tavoitteiden saavuttaminen tai ylittäminen edellyttää todennäköisesti maalta myös niiden toteuttamista haittaavien politiikkatoimien muuttamista (The Power of Renewables, 2010).

Kiinan on tiukennettava ympäristövaatimuksiaan uusiutuvan energiatuotannon ympäristövaikutusten hoitamiseksi ja samoin vahvistettava sääntelyn paikallisia toimeenpanon edellytyksiä. Keskushallinnon rooli on keskeinen uusiutuvaa energiaa koskevan politiikan luomisessa, mutta ympäristömääräysten täytäntöönpano jää maakuntahallinnolle. Monissa maakuntahallinnoissa ei kanneta riittävästi huolta ympäristömääräysten toimeenpanosta (The Power of Renewables, 2010). Joissakin tapauksissa viranomaiset ovat jopa painostaneet sellaisia sääntelyvirastoja, jotka

ovat yrittäneet raportoida lakien puutteellisesta toimeenpanosta (Canfa, 2007). Ympäristömääräysten löyhä täytäntöönpano vaikuttaa myös uusiutuviin energialähteisiin perustuvaan teollisuuteen: (1) hiilivoimaenergian hinta pysyy keinotekoisena alhaisena, jos pilaantumisen valvonta ei ole riittävää; (2) kun uusiutuvien energiateknologioiden valmistus lisääntyy, tehottomat ja saastuttavat prosessit voivat heikentää luottamusta aloittelevaan teollisuuteen; (3) kun uusiutuvaan energiaan perustuvien voimaloiden määrä ja mittakaava kasvavat, paikalliset ympäristövaikutukset riittämättömästi hoidettuina voisivat heikentää tukea näiden hankkeiden laajentamiselle.

Kolmen rotkon padon kaltaisten vesivoimahankkeiden rakentaminen on edellyttänyt huomattavia väestön siirtoja Kiinassa. Miljoonia ihmisiä on joutunut muuttamaan hankkeiden alta viime vuosikymmenten aikana ja vesivoimahankkeet herättävät vastustusta edelleenkin (The Power of Renewables, 2010). Esimerkiksi vuonna 2004 noin 100000 viljelijää järjesti mielenosoituksen 186 metriä korkean padon toteuttamista vastaan Hanyuanissa Sichuanin maakunnassa. Vastaavia mielenosoituksia ei ole toistaiseksi ollut tuulivoimaloita tai muiden uusiutuvien energialähteiden rakentamista vastaan, mutta tämäkin voi tapahtua tulevaisuudessa. Sähkön siirtohankkeet, erityisesti sellaiset joissa tehdään pitkiä useita maakuntia ylittäviä verkkoja, ovat tärkeä osa Kiinan suunnitelmia viedä tuuli- ja aurinkoenergalaitoksia syrjäisille maakunnille. Siten tuntuu perustellulta, että kaikki näiden vaikutusten kohteeksi joutuvat yhteisöt osallistuvat alusta alkaen siirtosuunnitelmien suunnitteluun rakentamisen esteiden tunnistamiseksi ja hankkeiden toteuttamiseksi (The Power of Renewables, 2010).

3.8.4 Uusituvan energian integrointi energiajärjestelmään

Kiinan sähköverkon laajentaminen ei ole aina pysynyt uusien uusiutuvan energian hankkeiden rakentamistahdissa. Uusiutuvan energian laki vuodelta 2006 edellyttää, että uusiutuva sähköntuotanto kytketään sähköverkkoon ja että verkkoyhtiöille myönnetään siirtoetäisyyksien mukaista avustusta (0,01 Kiinan yuania (CNY) per kWh alle 50 km:n etäisyydellä, 0,02 CNY per kWh 50 alle 100 km:n etäisyydellä ja 0,03 CNY per kWh yli 100 km:n etäisyydellä). Verkkoon liittämässä tarvitaan varsinaisten rakennustoimien lisäksi paljon muutakin, kuten mm. uusiutuvan energian vaihtelevan tarjonnan takia verkon ylläpitäjien koulutusta. Verkkoteknologiaa on nykyaikaistettava, jotta sähkönjakelujärjestelmä toimisi ennustettavammalla ja hallittavammalla tavalla.

Huomattavaa osaa Kiinan tuulivoimahankkeista, erityisesti Sisä-Mongolian ja Gansun alueiden tuulivoimaloita, ei ole liitetty sähkön kantaverkkoon. Tähän on useita syitä, kuten käytettävissä olevien siirtokapasiteettiyhteyksien rajoitukset. Useissa tapauksissa yksittäiset tuulisähkön käyttöä ja siirtoa koskevat tuulivoimapuistoprojektit etenevät alueellisia suunnitelmia nopeammin. Projekteja on myös joskus toteutettu ilman tarvittavia lupia ja valtuuksia. Tästä voi aiheutua laadultaan

heikkoja hankkeita, jotka ovat vaikeita ja kalliita integroida ilman vakavia häiriöitä sähköverkkoon, mikäli esimerkiksi investoidaan ainoastaan uuteen tuulivoimakapasiteettiin, mutta ei riittävästi sen integroitiin sähköverkkoon.

3.9 Intian uusiutuvaa energiaa edistävä politiikka

3.9.1 Tausta ja uusiutuvan energian nykytila

Intian viimeaikainen talouskasvu asettaa suuria paineita sen energianhuollolle. Tilanteen vakavuudesta kertoo mm. se, että maa tuo noin 80 prosenttia tarvitsemastaan öljystä ulkomailta. Huoli energiahuollosta ja -turvallisuudesta jatkossa nähtävästi vain kasvaa. Hyvin suuri osa väestöstä edelleen elää ilman sähköä tai muuta kaupallista energiaa ja yli 50 prosentilla väestöstä on vain niukasti tai ei lainkaan käytössä energiaa tarvittavan elannon ja toimeentulon turvaamiseksi. Sähkön saanti on lisäksi usein ennustamatonta ja häiriöaltista. Uusiutuva energia voi tuoda ratkaisuja moniin yllä mainittuihin ongelmiin. Niinpä Intian uusiutuvan energian strategiassa uusiutuvaa energiaa ei pidetä enää ”vaihtoehtoisena” energiana, vaan yhä keskeisempänä ratkaisuna maan energiantarpeisiin (Strategic Plan 2011). Keskushallinnossa maan energiakysymyksistä yleensä vastaa voimantuotannon ministeriö (Ministry of Power) ja uusiutuvan energian kehittämisestä Uuden ja uusiutuvan energian ministeriö (Ministry of New and Renewable Energy, MNRE). Alla oleva kuvaus perustuu paljolti MNRE:n vuonna 2011 julkaistuu Uuden ja uusiutuvan energiasektorin strategiseen suunnitelmaan.

Vuonna 2002 Intian uusiutuvaan lähteisiin perustuva energiantuotanto oli 3475 MW, mikä oli kaksi prosenttia maan koko kapasiteetista. Vuoden 2010 lopussa uusiutuvaan perustuva energiantuotanto oli jo 18 655 MW, mikä oli noin 11 prosenttia 16 8945 MW:n laitospotentiaalista eli noin 4,13 prosenttia sähkön tuotannosta. Tämän lisäksi 23 prosentista energiatuotannon kapasiteetista vastaavat uusiutuvaa energiaa tuottavat suuret vesivoimalat, joita ei kuitenkaan Intiassa lasketa kuuluvaksi uusiutuviin lähteisiin perustuvaan energiantuotantoon. 2000-luvulla merkittävin kasvu tuli tuulivoiman kasvusta, joka on noussut jo noin 70 prosenttiin uusiutuvien kokonaiskapasiteetista. Polttoainekohtaiset energiantuotannon osuudet Intiassa olivat vuoden 2010 lopussa kuvan 3.6 mukaiset.

Uusiutuvien 18,655 MW:n kapasiteetti jakautui energiaverkossa uusiutuvien energiamuotojen kesken 31.12.2010 seuraavasti (Strategic Plan 2011): tuulivoiman osuus oli 13 066 MW (noin 70 prosenttia uusiutuvien kapasiteetista), pienvesivoiman 2 939 MW, bioenergian 2 632 MW (biomassaan, sokeriruokojätteeseen sekä kaupunkien ja teollisuuden jätteisiin perustuva energian tuotannon) sekä aurinkoenergian osuus 18 MW.

Kuva 3.6. Primäärienergian käyttö ja eri energiamuotojen laitospotentiaalit Intiassa (Strategic Plan for New and Renewable Energy Sector for the Period 2011-2017. February 2011.)

Teknologia	Terminen	Vesivoima	Uusiutuvat	Maakaasu	Ydinvoima
%-osuudet	53,85	22,12	11,04	10,29	2,70
Kapasiteetti MW	90,978	37,367	18,655	17,385	4,560

3.9.2 Liittovaltion ja osavaltioiden politiikkatoimet

Viime vuosikymmenellä Intia investoi tuulivoimaan viidenneksi eniten maailmassa ja investoinnit olivat esimerkiksi yli kolme kertaa suuremmat kuin Tanskassa (IEA 2010). Tuulivoiman lisäämisen taustalla on ollut määrätietoisia uusiutuvia suosivia politiikka- ja edistämistoimia. Esimerkiksi maan sähkölain mukaan (India's Electricity Act, 2003) osavaltioiden energiakomiteoiden on kannustettava sähkön jakeluyhtiöitä uusiutuviin energiamuotoihin perustuvan sähkön tuottamiseen. Tämän seurauksena osavaltiot ovat kehittäneet aktiivisesti erilaisia uusiutuvien energiamuotojen tavoitteita ja tukimekanismeja. Uusiutuvan energian käytön laajentamisesta vastaavat käytännössä Intian osavaltioiden uusiutuvan energian virastot (State Renewable Energy Development Agencies). Niiden tehtävänä on mobilisoida osavaltiotason koneisto (paikalliset instituutiot, kansalaisjärjestöt, kyläyhteisöt, jne.) ohjelmien toteuttamiseen. Aurinkoenergian kehittämiseksi uuden ja uusiutuvan energian ministeriö MNRE on perustanut aurinkoenergiakeskuksen (Solar Energy Centre) Delhin lähelle ja tuulienenergiakeskuksen (Centre for Wind Energy Technology) Chennaihin. Valtio rahoittaa myös uusiutuvia energiateknologioita kehittäviä t&k-ohjelmien toteuttamista tutkimuslaitoksissa, kansallisissa laboratorioissa ja teollisuudessa. Kotimaisen tuulivoimateollisuuden kehittämiseksi maa on panostanut mm. intialaisomistaiseen Suzlon-yritykseen, joka hallitsee yli 50 prosenttia Intian tuulivoimaloiden turbiinimarkkinoista ja joka on saanut merkittävän osan myös alan maailmanmarkkinoista (IEA 2010).

Kansallinen aurinkoenergiahanke (National Solar Mission) on keskeinen Intian hallituksen ja osavaltioiden aloite, joka sekä edistää ekologisesti kestävästä kasvusta että samalla ottaa huomioon Intian energiaturvallisuutta liittyvät haasteet. Se on myös keskeinen toimenpideohjelma, jolla maa vastaa maailmanlaajuiseen ilmastomuutoksen haasteeseen. Aloitteen tavoitteina on luoda Intiasta aurinkoenergian johtava valtio sekä luoda poliittiset edellytykset sen leviämiseksi maan kaikissa osissa mahdollisimman nopeasti. Kansallinen aurinkoenergiahanke on suunniteltu toteutettavan kolmivaiheisesti, ensimmäinen vuodesta 2008 vuoteen 2012-2013, toinen vaihe vuodesta 2013 vuoteen 2017 ja kolmas vuodesta 2017 vuoteen 2022. Kunkin vaiheen lopussa arvioidaan tavoitteiden toteutumista sekä niiden tarkistamisen tarvetta seuraavissa vaiheissa. Arvioinnin perustana ovat kustannusten ja teknologian kehitys

sekä kotimaassa että kansainvälisesti. Tavoitteena on myös varmistaa, ettei valtio joudu yllättäviin tukitoimiin esimerkiksi kustannusmuutosten takia.

Kansallisen aurinkoenergiահankkeen tavoitteet ja puitteet muodostivat osan myös Intian vuonna 2011 julkaistussa kaikki uusiutuvan energian muodot sisältävässä Uuden ja uusiutuvan energiasektorin strategisessa suunnitelmassa (Strategic Plan 2011). Aurinkoenergiatavoitteita kuitenkin tarkistettiin osin vielä kunnianhimoisemmiksi strategian "tahtotilatavoitteissa" (Aspirational goals). Strateginen suunnitelma sisältää sähköverkkoon liitettävän uusiutuvan energian tavoitteet vuosille 2011-2017 sekä uuden ja uusiutuvan energian ministeriön MNRE:n tahtotilatavoitteet vuoteen 2022 mennessä (Strategic Plan 2011). Strategia sisältää lisäksi polttoaineiden käytön ja sähkön säästämistavoitteet. Sähköverkkoon kytkettävän uusiutuvan energian vuosittaiset tavoitteet vuosille 2011-2017 esitetään kuvassa 3.7 (luvut laitospäätöksinä, yksityiskohtaisista perusteluista ks. Strategic Plan 2011, s. 19).

Uuden ja uusiutuvan energian ministeriön MNRE:n tahtotilatavoitteet ("Aspirational goals") vuoteen 2022 mennessä on asetettu sekä sähköverkkoon kytkettävän uusiutuvan energian että hajautetun ei-verkkoon liitetyn energian osalta (Strategic Plan 2011). Tahtotilatavoitteiden toteutuminen merkitsisi uusiutuvan energian osuuden nousemista maan koko sähköntuotantokapasiteetista 16 prosentista noin 18 prosenttiin vuoteen 2022 mennessä. Sähköverkkoon liitettävän uusiutuvan energian osalta tavoitteet esitetään kuvassa 3.8.

Kuva 3.7. Sähköverkkoon liitettävän uusiutuvan energian vuosittaiset tavoitteet vuosille (MW) 2011-2017

Teknologiat /vuosi	Biomassa / maatalous- jäte	Sokeri- ruoko- jätteeseen perustuva yhteispoltto	Kaupunkien ja yhdys- kuntien jäte-energia	Pienen mitta- kaavan vesivoima	Aurinko- energia *)	Tuulienergia	Tavoitteet yhteensä
Kumulatiivinen (ennakoitu 31.3.2011 mennessä)	1025	1616	84	3040	35	13900	19683
2011-12	100	250	20	350	300	2400	3420
2012-13	80	300	25	300	800	2200	3705
2013-14	80	300	35	300	400	2200	3315
2014-15	80	250	45	300	400	2200	3275
2015-16	80	250	55	350	1000	2200	3935
2016-17	80	250	60	360	1100	2200	4050
6 vuoden kokonaistavoite (MW)	500	1600	240	1960	4000	13400	21700
Kumulatiivinen kokonaistavoite (MW)	1525	3216	324	5000	4035	27300	41383 n. 41,400

*) Strategian aurinkoenergiaa koskevat tavoitteet ovat yllä kuvatusta kansallisesta aurinkoenergiasuunnitelmasta (National Solar Mission).

Kuva 3.8. Sähköverkkoon liitettävän uusiutuvan energian osalta tavoitteet vuoteen 2022 mennessä.

Teknologiat	Biomassa / maatalous- jäte	Sokeri- ruoko- jätteeseen perustuva yhteispoltto	Kaupunkien ja yhdys- kuntien jäte-energia	Pienen mitta- kaavan vesivoima	Aurinko- energia	Tuulienergia	Tavoitteet yhteensä
SMART Tavoitteet v. 2022 mennessä (MW)	2,500	4,000	800	6,600	20,000	38,500	72,400
Tahtotila-tavoitteet (MW)	5,000	4,000	800	8,000	20,000	45,000	82,800

MNRE-ministeriön "tahtotilatavoitteet" (aspirational goals) hajautetun ei-verkkoon kytketyn energian osalta vuoteen 2022 mennessä esitetään kuvassa 3.9.

Kuva 3.9. MNRE-ministeriön "tahtotilatavoitteet" (aspirational goals) hajautetun ei-verkkoon liitetyn energian osalta vuoteen 2022 mennessä.

1.	Hajautettu ei-verkkoon kytketty aurinkovoima	2000 MW Kansallisen aurinkoenergiaohjelman mukaan (National Solar Mission) 4000 MW "tahtotilatavoite"
2.	Aurinkoenergian käyttö valolähteenä	20 milj. taloutta Kansallisen aurinkoenergiaohjelman mukaan
3.	Aurinkosähköön perustuvat lämpökerääjät	20 milj. neliometriä Kansallisen aurinkoenergiaohjelman mukaan
4.	Aurinkosähkön käyttöön perustuvat lämpö- ja jäähdytysjärjestelmäsovellutukset	100-200 "rutiinitavoite" 1000 "tahtotilatavoite"
5.	Alueellinen sähköistäminen (uusi aloite) - Aurinkosähköllä - Biomassalla	Saavutetaan 1000 kylää ml. pieniä kyliä Saavutetaan 10000 kylää ml. pieniä kyliä
6.	Parannetut biomassan käyttöön perustuvat keittoliedet - Perhekäyttöön - Yhteisökäyttöön	10 miljoonaa 0,5 miljoonaa
7.	nk. "vihreät", ekotehokkaat rakennukset	200 milj. kuutiometriä

Kuten Uuden ja uusiutuvan energian ministeriön MNRE:n strategiassa todetaan, tahtotilatavoitteiden toteuttaminen on vaativa tehtävä ja edellyttää keskushallinnossa eri ministeriöiden tiivistä yhteistyötä.

IEA:n uusiutuvien energiamuotojen käyttöönottoa koskevan raportin (IEA 2011) mukaan Intia on ollut aktiivinen mm. vesivoiman ja tuulivoiman käyttöönoton laajentamisessa. Samoin biopolttoaineiden käyttö Intiassa on jatkunut tasaisesti. Vuonna 2009 se oli 163,9 ktoe/a mikä oli 0,36 prosenttia maantiekuljetusten polttoainekysynnästä. Kaikki nykyinen biopolttoaine on bioetanolia.

3.9.3 Uusiutuvia energiamuotoja edistävän politiikan vertailu

Tässä luvussa tarkastellaan ja vertaillaan lyhyesti joidenkin uusiutuvien energiamuotojen ja -teknologioiden kannalta kiinnostavien maiden politiikkatoimia. Tarkastelun mukaan uusiutuvia energiamuotoja on mahdollista edistää useilla sellaisilla politiikkatoimilla, joita ei sovelleta Suomessa, mutta joiden käyttöönottoa voitaisiin jatkossa kansallisesti harkita ja selvittää. Tarkastelu perustuu IEA:n globaaliin uusiutuvia energiamuotoja koskevien politiikkojen ja toimenpiteiden tietokantaan (IEA/IRENA Global Renewable Energy Policies and Measures database, <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&id>).

IEA:n tietokannassa politiikan kohteina olevat uusiutuvat energiamuodot luokitellaan bioenergiaan (liikenteen polttoaineet; lämmitykseen käytettävä biomassa; sähköntuotantoon käytettävä biomassa), fossiilisiin polttoaineisiin, geotermiseen (lämmöntuotanto, lämmön varastointi, sähköntuotanto), vesivoimaan, useisiin primäärienergiälähteisiin perustuvaan uusiutuvan energian käyttöön (multiple renewable energy sources, CHP-, lämmön, ja sähköntuotannossa), merienergiaan (meriveden lämmön muuntaminen energiaksi, vuorovesi, aaltovoima), aurinkoenergiaan (aurinkosähkö, aurinkolämpö, keskittävä aurinkovoima, veden lämmitys aurinkoenergialla), ja tuulivoimaan (off-shore, on-shore). Politiikkatoimet IEA:n tietokannassa luokitellaan kuvan 3.10. mukaisesti. Suomen ohella tarkastelussa olevat maat ovat Tanska, Saksa, Alankomaat ja Kiina.

Kuva 3.10. Uusiutuvaan energiaan liittyvien politiikkatoimien määrät eri maissa.

Politiikkatoimi	Maa				
	Suomi	Tanska	Saksa	Alankomaat	Kiina
POLICY PROCESSES	1	10	10	8	15
INCENTIVES / SUBSIDIES	8	18	14	10	12
PUBLIC INVESTMENT	2	5	2	5	10
RD&D	3	14	10	2	7
REGULAT. INSTRUMENTS	3	9	8	11	4
FINANCIAL	3	5	7	6	4
VOLUNTARY AGREEMENT			2	4	2
EDUCATION & OUTREACH	2		2	10	1
TRADEABLE PERMITS				7	

Kohde	Maa				
	Suomi	Tanska	Saksa	Alankomaat	Kiina
MULTIPLE RE SOURCES	3	14	19	21	11
BIOENERGY	10	13	13	4	10
GEOTHERMAL		4	9	7	
SOLAR PHOTOVOLTAIC	1	1	7	5	8
SOLAR PHOTOVOLTAIC + THERMAL		3			
SOLAR THERMAL	1		7	1	4
WIND	2	10	7		12
HYDRO	2	4	5		
FOSSIL FUELS 1 (ECO TAX)			1	2	1

Sektori	Maa				
	Suomi	Tanska	Saksa	Alankomaat	Kiina
FRAMEWORK POLICY			7	9	6
MULTI-SECTORAL POLICY	2	5	4	7	6
ELECTRICITY	6	15	10	5	20
HEATING & COOLING	3	1	4		2
TRANSPORT	4			1	4

Taulukossa politiikkamuotojen, tavoitealueiden ja sektoreiden tarkastelu määrällisesti ei luonnollisesti anna riittävää kuvaa politiikkatoimien tehokkuudesta, ja niiden mahdollisia soveltamismahdollisuuksia on arvioitava kunkin politiikkatyypin osalta erikseen huolellisesti ja yksityiskohtaisemmin tulevissa hankkeissa (esimerkiksi VTT:n hanke Tekesin Green Growth -ohjelmassa systeemisestä muutoksesta (SUSER-hanke).

IEA:n tietokannan perusteella voidaan tehdä seuraavia alustavia päätelmiä

1. Politiikkatyyppien osalta eri maissa on käytössä laaja-alainen ja monipuolinen valikoima uusiutuvia energiamuotoja ja -teknologioita edistäviä politiikkatoimia ja työkaluja, joiden mahdollisuuksia Suomessa voidaan selvittää. IEA:n tietokannan mukaan Suomessa on käytössä politiikkaprosessien osalta kansallinen ilmasto- ja energiastrategia ja esimerkiksi Kiinalla on lukumääräisesti 15 erilaista politiikkaprosessia (esimerkiksi Solar PV feed-in tariff; 2010 Biomass electricity Feed-in tariff; Import duty removal on wind and hydro technological equipments; Market entry standards for wind equipment manufacturing industry; Guangxi Province 1 Million Bio-Fuel Forest Project; jne.). Suomeen paremmin verrattavissa olevalla Tanskallakin politiikkaprosesseja on 10 (esimerkiksi Agreement on Danish Energy Policy 2008-2011; Replacement Scheme for Wind turbines on land; Electricity Reform Agreement - Energy Supply Act; Wind Energy Co-operative Tax Incentive; jne) (ks: <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&id>). Selvää on, että tietoihin kannattaa suhtautua kriittisesti

numeroiden valossa ja ennemminkin katsoa sisältöjä. Toimet saattavat lisäksi olla osittain päällekkäisiä ja niiden tehokkuutta on hyvin haasteellista arvioida.

2. Poliittikkatoimien kohdealueiden osalta Suomessa on keskitytty lähes yksinomaan bioenergiaan kun taas muissa vertailumaissa kohdealueina ovat useisiin lähteisiin perustuvat uusiutuvan energian alueet (esimerkiksi Alankomaiden transitio-ohjelma: SDE (stimulerend duurzame energie): Renewable energy and CHP production aid scheme; MEP: Environmental Quality of Electricity Production (Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie). Useissa vertailumaissa on useanlaisia poliittikkatoimia esimerkiksi sekä aurinkopaneelien että aurinkolämmön hyödyntämisen kehittämiseksi (ks: <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&id>). EU:n asettamat uusiutuvien tavoitteet ovat tosin Suomessakin edistäneet erityisesti tuulienergian mutta myös muiden uusiutuvien tukipoliittikkaa.
3. Poliittikkatoimien kohdesektoreiden osalta sähkön tuotanto näyttäisi olevan kaikissa tarkastelluissa maissa keskeinen tekijä, esimerkiksi Alankomaissa korostuu myös puitteita luova poliittikka ja esimerkiksi Kiinassa eri kohdesektoreita kattava poliittikka (ks: <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&id>).

Useissa vertailumaissa toteutetaan laajoja ohjelmia. Esimerkiksi Alankomaiden transitio-ohjelma kohdistuu erilaisten uusiutuvien energiamuotojen ja -tekniikoiden kehittämiseen edistämiseen monipuolisella poliittikka- ja työkaluvalikoimalla.

Kuten edellä todettiin, poliittikkamuotojen, tavoitealueiden ja sektoreiden tarkastelu pelkästään määrällisesti ja laadullisesti IEA:n tietokannan perusteella ei anna riittävää käsitystä poliittikkatoimien tehokkuuden ja vaikuttavuuden ymmärtämiseksi. Niitä on tarkasteltava ja arvioitava kunkin poliittikkatyypin osalta yksityiskohtaisemmin sekä niitä soveltaneiden kohdemaiden että mahdollisen soveltamisen kannalta Suomessa erikseen. Toisaalta IEA on selvittänyt myös poliittikkatoimien vaikuttavuutta toistuvasti julkaistussa raportissa *Deploying Renewables, Best and Future Policy Practice* (IEA 2011). Raportin mukaan uusiutuvien energiamuotojen ja -teknologioiden edistämistoimet Suomessa osoittautuivat kansainvälisessä vertailussa verrattain vaatimattomiksi. Kuvassa 3.11. esitetään suositeltavia poliittikkatoimia uusiutuvien energiamuotojen käytön edistämiseksi.

Kuva 3.11. Uusiutuvaan energiaan liittyviä suositeltavia instrumentteja.

POLITIikkATYYPIT	INSTRUMENTTITYYPIT
Koulutus ja kampanjatoiminta	Soveltamisen neuvonta ja avustaminen Parhaisiin käytäntöihin perustuva opastus Vertailua koskevat merkinnät (comparison label) Konsultaatio Suositusmerkinnät (endorsement label) Informaation jakaminen Edistäminen
Taloudelliset	Rahastot alueellisille hallinnoille Verot ja verokannustimet Vero Verohyvitys (tax credit) Verovapaus (tax exemption) Veronalennus (tax reduction)
Tukikannustimet	Syöttötariffit (feed-in tariffs) Avustukset (grants) Valikoivat lainat (preferential loans) Palautukset (rebates) Kolmansien osapuolten rahoittaminen
Politiikkaprosessit	Nykypolitiikan parantaminen Uusien instituutioiden luominen Projektipohjaiset ohjelmat Strateginen suunnittelu Julkiset investoinnit Julkiset hankintaohjelmat Infrastruktuuri-investoinnit
T&K, teknologian käyttöönotto ja levittäminen	Demonstraatioprojektit Tutkimusohjelmat Teknologian käyttöönotto ja levittäminen Teknologian kehittäminen
Regulaatioinstrumentit	Arviointi (assessment) Auditointi (auditing) Benchmarking Valtuuttaminen (mandates) Monitorointi Kiintiöjärjestelmät (quota systems) Regulaatioreformit Standardit
Lupakauppa (tradable per-mits)	Kasvihuonekaasujen päästökauppa Vihreiden sertifikaattien kauppa (green certificate trading) Valkoisten sertifikaattien kauppa (white certificate trading)
Vapaaehtoiset sopimukset	Julkishallinnon sisäiset Yksityisen sektorin Julkisen ja yksityisen sektorin väliset

3.10 Uusiutuvan energian t&k-toiminta eri maissa

3.10.1 Julkaisut ja patenttiaineistot

Uusiutuvan energian tekninen potentiaali ja siihen liittyvät tulevaisuuden ennusteet sekä mahdollinen kansainvälinen liiketoiminta pohjautuvat suuressa määrin taustalla olevaan teknologiseen kehitykseen. Täten eräs keskeinen näkökulma puhuttaessa uusiutuvasta energiasta on siihen liittyvien teknologinen kehitys sekä eri maiden erikoistuminen eri teknologia-alueilla. Uusiutuvaan energiaan liittyvä teknologinen kehitys rakentuu merkittävässä määrin tieteen edistymiseen ja tiedon kumuloitumiseen. Täten ennen yksityiskohtaisempaan keskustelua eri teknologioista ja niihin liittyvästä erikoistumisesta on tärkeää tuoda esille uusiutuvaan energiaan liittyvien teknologioiden linkit tieteeseen.

Määritelmät ja linkit tieteeseen

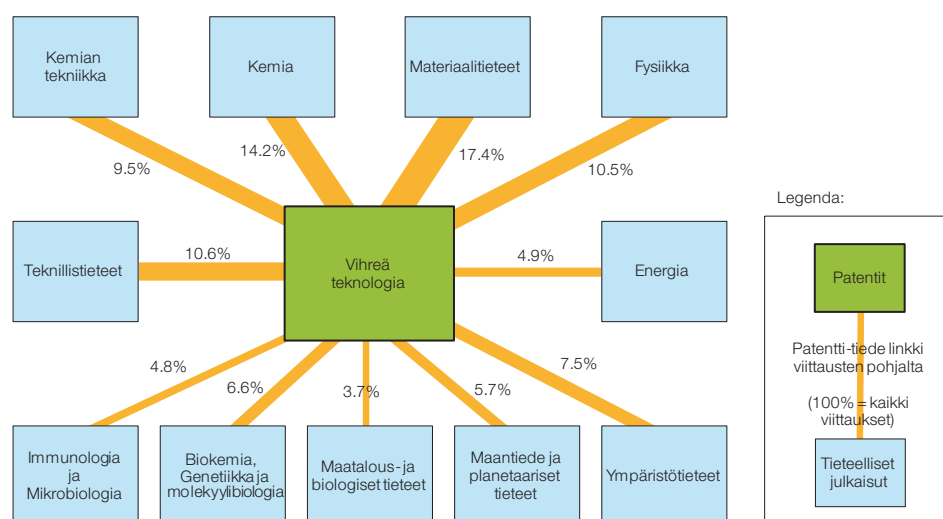
Eräs suurimmasta haasteista uusiutuvien energiateknologioiden määrittelemisessä on niiden laaja-alaisuus. Uusiutuvan energian käyttöön liittyy erittäin laaja skaala erilaisia teknologioita esimerkiksi pinnoitteista mekaanisiin tuuligeneraattorin osiin. Näin ollen uusiutuvan energian teknologia on laajempi alue kuin viime aikoina esille tuodut muut laaja-alaiset ja poikkitieteelliset teknologiat, kuten nanoteknologia (Palmberg & Nikulainen, 2006). Tämä uusiutuvan energian teknologioiden laaja-alaisuus ilmenee myös uusiutuvaan energiaan liittyvässä tieteellisessä tutkimustoiminnassa. Tarkasteltaessa julkaisuaktiviteettia tieteen eri osa-alueilla on havaittu, etteivät ympäristötieteet ja siihen suoraan liittyvät tieteenalat ole kovin keskeisessä asemassa kansainvälisessä tiedeyhteisössä (OECD, 2010a). Samalla on kuitenkin todettava, että monet muut kasvavat ja aktiiviset tieteenalat voivat myös liittyä ympäristöön ja uusiutuvan energian teknologioihin. Esimerkkinä voidaan tuoda esille nanotieteiden vahva kehitys, jolla on merkittävä rooli esimerkiksi erilaisten pinnoitteiden kehittämisessä. Toisaalta uusiutuvien energiateknologioiden tieteenalat linkittyvät myös hyvin läheisesti muihin teknologia-aloihin, joita ei voida kategorisoida ympäristöteknologioiksi (vrt. esim. tietotekniikka, maa- ja metsätalous, kemiantekniikka, yms). Tämä kuvastaa ympäristö- ja muiden uusiutuvan energian teknologioiden tieteenalakohtaisen luokittelun vaikeutta.

Kuvassa 3.12. tarkastellaan ympäristöteknologiaksi määriteltujen patenttien³ viittauksia tieteelliseen kirjallisuuteen ja raportoidaan kyseisten viittausten jakauma eri tieteen aloille. Tarkastelu vahvistaa kuvaa siitä, että ympäristöteknologioihin liittyvä t&k&i-toiminta pohjautuu erittäin laajalle tiedepohjalle. Keskeisimmiksi

3 OECD määrittelee tässä yhteydessä ympäristöteknologioiksi patentit liittyen seuraaviin aloihin: uusiutuva energia, polttokennot ja energian varastointi, vaihtoehtoisia polttoaineita hyödyntävät kulkuneuvot, energiatehokkuus elektrooniikka-, valmistus- ja rakennusaloilla sekä "puhdas" kivihiili (sisältäen hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin).

tieteenaloiksi voitaneen luokitella (>10% viittauksista) fysiikka, materiaalitieteet, kemia ja tekniset tieteet.

Kuva 3.12. Ympäristöteknologioiden ja tieteen välinen yhteys



Patentointi uusiutuviissa energiateknologioissa

Alla on esitetty uusiutuviin energiateknologioihin liittyvää patentointia pohjautuen OECD:n ja Eurostat:n tilastoihin (julkaisu- ja patenttiaineistot: tutkimustoiminnan ja patentoinnin kohdentuminen ja trendit, maantieteellinen analyysi, tärkeimmät patenttoijat organisaatioittain).

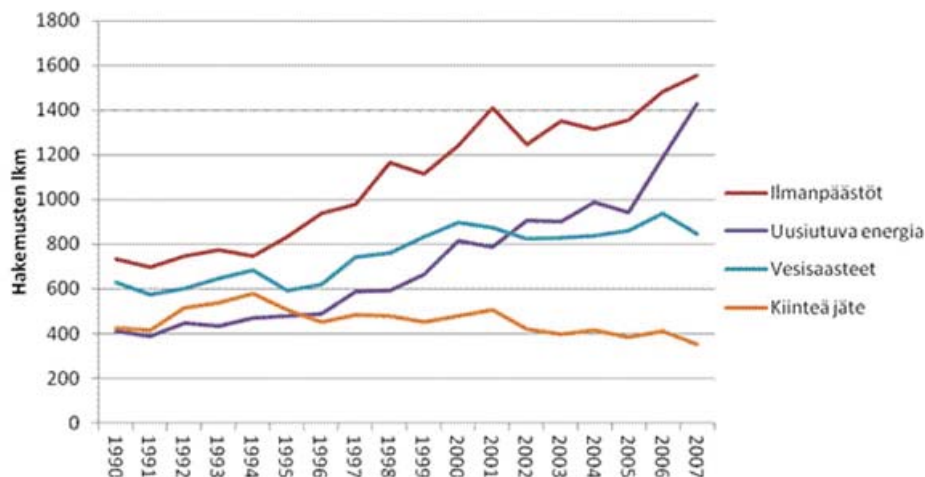
Tieteellisen laaja-alaisuuden lisäksi myös uusiutuvan energian teknologioihin pätee sama laaja-alaisuus ja niiden voidaan katsoa olevan osa laajempaa ympäristöteknologioiden teknologiakenttää. OECD (2010b) jakaa ympäristöteknologiat neljään pääluokkaan: (1) ilmanpäästöjen monitorointi ja vähentäminen, (2) kiinteän jätteen käsittely, (3) vesipäästöjen monitorointi ja vähentäminen sekä (4) uusiutuva energia. Kuvassa 3.11 on esitetty patenttitilastojen kautta kunkin teknologia-alan kehitys vuosina 1990–2007.⁴

Kuvasta 3.13. voidaan todeta, että nopeimmin kasvava ympäristöteknologia-ala on uusiutuva energia, joka on saavuttamassa eniten patenttoineet ilmanpäästöjen monitorointiin ja vähentämiseen liittyvät teknologiat. Vesipäästöjen monitorointiin ja kiinteän jätteen käsittelyyn liittyvät teknologiat ovat myös merkittäviä, mutta niiden merkitys ei ole viime vuosina kasvanut vaan pikemminkin pysynyt samana tai hie- man laskenut. Tässä raportissa keskeisimpänä tarkastelun kohteena ovat kuitenkin

⁴ Patenttitilastot ovat yleisesti käytetty mittari eri teknologia-alojen kehityksestä sekä maantieteellisestä erikoistumisesta (OECD, 2009).

uusiutuvaan energiaan liittyvät teknologiat ja siten seuraavassa tarkastelussa keskitytään vain kyseisiin teknologioihin.

Kuva 3.13. Patentointi eri ympäristöteknologioissa (EPO5 patenttihakemukset 1990–2007)



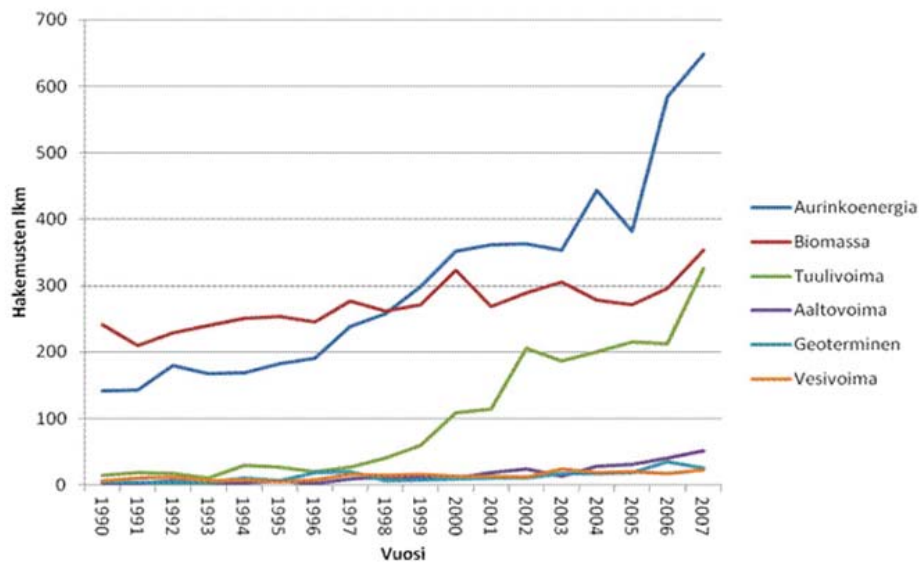
OECD (2010b) jakaa uusiutuvan energiateknologia-alan useampaan eri luokkaan: aurinkoenergia, bioenergia, tuulivoima, aaltovoima, geoterminen ja vesivoima.⁶ Kuvasta 3.14. alla voidaan todeta, että eri teknologia-alojen patentoinnin aktiviteettitasot eroavat toisistaan huomattavasti.

Keskeisimmät havainnot Kuvasta 3.14. liittyvät aurinkoenergian ja tuulivoiman voimakkaaseen kasvuun, bioenergian tasaisempaan kehitykseen ja muiden uusiutuvan energian teknologioiden marginaaliseen rooliin. Aurinkoenergian liittyvien patenttihakemusten määrä on kasvanut merkittävästi tarkasteluajanjakson 1990–2007 aikana. Tosin on muistettava, että aurinkoteknologiassa on ollut aktiviteettia merkittävässä määrin jo 1970-luvulla, johtuen muun muassa energiakriisistä. Tämä kehitys hiipui 1980- ja 1990-luvuilla ja, kuten yllä on osoitettu, lähti voimakkaaseen kasvuun erityisesti 2000-luvulla (OECD, 2010a – p. 37). Tuulivoimaan liittyvät patenttihakemukset ovat puolestaan lähteneet hyvinkin alhaisesta tasosta, mutta nousseet nopeasti ja ohittanevat piakkoin bioenergian toiseksi suurimpana teknologialuokkana. Bioenergian liittyen teknologioiden kehitys näyttää olevan melko tasaista ja trendin hieman nouseva.

5 EPO – European Patent Office.

6 Teknologiat on määritelty ja tunnistettu pohjautuen patenttiluokituksiin (OECD, 2010b).

Kuva 3.14. Patentointi eri uusiutuvan energian teknologioissa (EPO-patentti-hakemukset 1990–2007)



Edellä mainitut teknologia-alat ovat keskeisessä asemassa keskusteltaessa uusiutuvasta energiasta. Näiden lisäksi voidaan Kuvasta 3.14. havaita myös kolmen hie-
man marginaalisemman teknologia-alan kehitystrendit. Aaltovoima, geotermiseen
energiaan liittyvät teknologiat ja vesivoima ovat kaikki kolme patentoinnin näkö-
kulmasta suhteellisen marginaalisia teknologia-aloja, mutta aivan viime vuosina
patenttihakemusten määrässä on ollut havaittavissa hienoista kasvua erityisesti aal-
tovoimateknologioiden osalta.

Maiden erikoistuminen uusiutuviissa energiateknologioissa

Yllä on kuvailtu ympäristöteknologioiden ja uusiutuvien energiateknologioiden ylei-
siä kehitystrendejä. Tässä raportin osassa on tavoitteena yleisten kehitystrendien
lisäksi tunnistaa Suomen asema erityisesti uusiutuvien energiateknologioiden kan-
sainvälisessä kehityksessä.⁷ Täten seuraavaksi siirrytään maiden väliseen vertai-
luun, jonka avulla pyritään asemoimaan Suomi globaaliin kenttään.

Ennen suhteellisen erikoistumisen raportointia on tarpeellista käydä lyhyesti
läpi, miten alla esitettäviä lukuja tulee tulkita. Tässä käytettävä ns. RTA-indeksi
(Revealed Technological Advantage) on yksinkertainen indikaattori, jonka avulla voi-
daan havainnollistaa maiden teknologista erikoistumista esimerkiksi eri teknolo-
gia-aloilla. Se lasketaan teknologia-alalle i maassa j halutulle ajanjaksolle t kaavan
(1) mukaisesti:

⁷ Tavoitteena on myös laajentaa aikaisempaa selvitystä Suomen mahdollisuuksista ympäristöteknologioissa (Palmberg & Nikulainen, 2010)

$$RTA_{i,j,t} = \frac{\frac{pat_{i,j,t}}{pat_{j,t}}}{\frac{pat_{i,w,t}}{pat_{w,t}}} \quad (1)$$

missä ajanjaksona t pati,j,t on maan j teknologia-alan i patenttien lukumäärä, patj,t on maan j kaikkien ympäristö- tai uusiutuvan energian teknologia-alan patenttien lukumäärä, pati,w,t on ko. patenttitoimiston kaikkien teknologia-alan i patenttien lukumäärä ja patw,t on patenttitoimiston kaikkien ympäristö- tai uusiutuvan energia teknologia-alan lukumäärä. Indeksissä verrataan siis maan j teknologia-alan i osuutta koko ympäristö- tai uusiutuvan energian teknologia-alan patenttisalkusta siihen, mikä kyseisen teknologia-alan osuus on kaikkien maiden ympäristö- tai uusiutuvan energia teknologia-alan patenttisalkussa. Maan j katsotaan olevan teknologisesti erikoistunut toimialaan i, mikäli RTA-indeksin arvo on suurempi kuin yksi.

Kuvassa 3.15. esitetään eri maiden RTA-indeksien lisäksi kunkin maan kohdalla patenttihakemusten lukumäärä. Tämä siksi, että suhteellisen erikoistumisen lisäksi on usein tuotu esille kriittisen massan tärkeys teknologisessa kehityksessä.

Kuva 3.15. RTA-indeksit ja patenttihakemusten määrät uusiutuvissa energiateknologioissa (valikoidut maat; pohjautuen EPO patenttihakemuksiin 2000–2007)

Kaikki uusiutuvat			Aurinkoenergia			Biomassa			Tuulivoima		
	RTA	Pats		RTA	Pats		RTA	Pats		RTA	Pats
Tanska	1.74	224									
Espanja	1.72	167									
Kiina	1.52	48									
Irlanti	1.42	42									
Hollanti	1.34	377									
Norja	1.33	65	Japani	1.54	883	Hollanti	2.09	186			
Australia	1.26	118	Australia	1.48	58	E-Korea	1.55	41			
Israel	1.24	42	E-Korea	1.46	51	UK	1.43	154	Tanska	6.78	167
E-Korea	1.19	99	Espanja	1.23	50	Suomi	1.33	36	Espanja	4.81	89
Taiwan	1.14	30	Hollanti	1.19	140	USA	1.26	612	Norja	2.04	19
Itävalta	1.12	150	Belgia	1.16	64	Italia	1.11	111	Kiina	2.00	12
UK	1.04	352	Sveitsi	1.11	103	Itävalta	1.08	46	Saksa	1.41	649
USA	1.00	1537	USA	1.00	643	Sveitsi	1.01	71	Ruotsi	1.34	31
Sveitsi	0.99	219	Ranska	0.96	194	Saksa	0.84	643	Kanada	0.94	21
Japani	0.95	1294	Saksa	0.86	863	Kanada	0.83	31	Sveitsi	0.83	35
Saksa	0.94	2268	Itävalta	0.77	43	Australia	0.81	24	Suomi	0.80	13
Kanada	0.94	110	Kanada	0.67	33	Belgia	0.76	32	Belgia	0.75	19
Belgia	0.93	123	Italia	0.64	85	Ranska	0.75	115	USA	0.73	215
Ruotsi	0.85	103	Ruotsi	0.63	32	Japani	0.72	312	UK	0.71	46
Italia	0.83	260	UK	0.58	83	Tanska	0.68	28	Hollanti	0.69	37
Suomi	0.76	65	Suomi	0.20	7	Ruotsi	0.57	22	Australia	0.61	11
Ranska	0.75	361							Italia	0.61	37
									Itävalta	0.39	10
									Japani	0.33	87
									Ranska	0.31	29
Yhteensä		8360			3506			2650			1597
	RTA	Pats			Pats		RTA	Pats			Pats
Rajaus *)	0.5+	30+			20+		0.5+	20+			10+

*) Huom: Taulukoissa käytettyjä rajoituksia ei ole sovellettu Suomen kohdalla

Aaltovoima			Vesivoima			Geoterminen		
	RTA	Pats		RTA	Pats		RTA	Pats
Irlanti	18.07	17				Taiwan	8.05	4
Norja	12.90	20				Kiina	6.72	4
UK	5.09	55	Irlanti	13.90	9	Itävalta	2.77	7
Australia	4.03	12	Norja	9.37	10	Belgia	2.00	5
Itävalta	3.99	17	Itävalta	9.21	27	Kanada	1.80	4
Espanja	3.24	10	Kanada	6.22	16	Ruotsi	1.74	4
Ruotsi	2.33	9	Australia	5.85	12	Hollanti	1.32	7
Suomi	2.21	6	Ruotsi	1.88	5	Saksa	1.30	59
Tanska	1.46	6	UK	1.48	11	Suomi	1.24	2
Italia	1.40	14	Tanska	1.42	4	Sveitsi	1.20	5
Kanada	1.34	5	Italia	1.01	7	Italia	1.01	6
USA	0.61	30	Ranska	0.85	9	USA	0.72	21
Ranska	0.58	9	Hollanti	0.65	4	Ranska	0.55	5
Saksa	0.30	23	Saksa	0.59	31	UK	0.47	3
			Suomi	0.54	1	Japani	0.19	5
			USA	0.48	16			
			Japani	0.13	4			
		266			183			158
		Pats			Pats			Pats
		5+			3+			3+

Kuvasta 3.15. voidaan havaita, että perinteiset isot teollisuusmaat, kuten Japani, Saksa ja Yhdysvallat, ovat hyvin keskeisessä asemassa uusiutuvien energiatekniologioiden kehittämisessä. Patenttien valossa Suomi ei ole keskeinen toimija, ja esimerkiksi verrattuna Ruotsiin, Tanskaan ja Norjaan voidaan todeta Suomen aseman olevan heikompi. Keskeisimmistä teknologia-aloista vain biomassan kohdalla Suomi on suhteellisesti hieman erikoistunut ja suomalaiset toimijat ovat hakeneet kohtuullisesti patentteja. Sen sijaan aurinkoenergian ja tuulivoiman kohdalla Suomi ei ole suhteellisesti erikoistunut ja patenttihakemusten määrä on hyvin alhainen. Hieman marginaalisimmassa uusiutuvan energian teknologioissa Suomen erikoistuminen on osittain korkeampaa. Tosin huomioiden aaltovoimaan, vesivoimaan ja geotermiseen energiaan liittyvien teknologioiden melko vähäinen rooli keskusteltaessa uusiutuvasta energiasta ja suomalaisten toimijoiden alhaisen patentointimäärän voidaan todeta kyseisten teknologioiden olevan myös Suomessa melko marginaalisessa roolissa.

Suomen teknologinen profiili selvästikin eroaa uusiutuviin energiateknologioihin erikoistuneista ja/tai merkittävästi kehitystyöhön osallistuvista maista. Täten voidaan kysyä, minkä maiden kanssa Suomelle on samankaltainen teknologinen profiili. Kuvassa 3.16. tätä näkökulmaa tuodaan esiin EPO-patenttihakemusten perusteella tarkastelemalla valikoitujen maiden samankaltaisuutta Suomen uusiutuvan energian teknologisen erikoistumisen kanssa.

Kuva 3.16. Suomen teknologinen samankaltaisuus uusiutuvan energian teknologioissa (korrelaatiokerroin Suomen kanssa; valikoidut maat; pohjautuen EPO patenttihakemuksiin 2000–2007)

Korrelaatio		Korrelaatio		Korrelaatio	
Italia	0.845	Norja	0.498	Itävalta	-0.005
UK	0.795	Irlanti	0.475	USA	-0.088
Kreikka	0.579	Espanja	0.260	Tanska	-0.097
Intia	0.566	Kiina	0.194	Hollanti	-0.138
Ruotsi	0.534	Brasilia	0.184	Israel	-0.175
		Puola	0.097	Unkari	-0.184
				Kanada	-0.252
				Sveitsi	-0.307
				Belgia	-0.315
				E-Korea	-0.352
				Saksa	-0.380
				Ranska	-0.421
				Japani	-0.580
				Portugali	-0.636

Kuvasta 3.16. voidaan havaita, että Suomen teknologinen erikoistuminen on erityisen samankaltainen Italian ja Iso-Britannian kanssa, johtuen erityisesti erikoistumisesta aaltovoimaan. Toisaalta tulokset osoittavat, että Suomella on vain vähän samankaltaisuuksia keskeisimpien toimijamaiden kanssa, kuten Japani, Saksa ja Etelä-Korea. Tämä tulos vahvistaa kuvaa, että Suomi ei patenttoinnin näkökulmasta ole kovin aktiivinen uusiutuvan energiateknologian voimakkaasti kasvavilla alueilla.

Keskeisimmät toimijat uusiutuviissa energiateknologioissa

Yleisten kehitystrendien ja alueellisen erikoistumisen lisäksi on hyödyllistä myös tunnistaa keskeisimmät toimijat uusiutuvan energian eri teknologia-alueilla. Kuvassa 3.17. raportoidaan kunkin teknologia-alueen suurimmat patenttoijat ja niiden pääkonttorien kotimaa.

Kuvasta 3.17. voidaan todeta, että suurin osa keskeisistä patenttoijista on suuria kansainvälisiä toimijoita. Useilla yrityksillä on tausta muun muassa elektroniikka- ja kemianteollisuudessa. Tämä havainto pätee erityisesti kolmeen keskeisimpään uusiutuvan energian teknologiaan. Taulukon alaosassa olevissa hieman marginaalisemmissa teknologioissa voidaan havaita pienet patenttihakemusten määrät hakijaa kohden, mutta myös yksityishenkilöiden keskeinen asema. Suomalaisista toimijoista ainoastaan Finn Escone Oy on päässyt Top 10 joukkoon patenttihakemuksillaan liittyen aaltovoimaan.

Kuva 3.17. Suurimmat patentoijat uusiutuviissa energiateknologioissa (Top 10).

Aurinko			Bioenergia			Tuulivoima		
	Maa	Patentit		Maa	Patentit		Maa	Patentit
SANYO	JP	78	BASF	DE	145	WOBLEN, A.*	DE	217
SHARP	JP	73	SHELL	NL	145	CROMPTON	US	118
CANON	JP	69	CLARIANT	DE	60	VESTAS	DK	86
FRAUNHOFER	DE	53	LUBRIZOL	US	60	REPOWER SYST.	DE	81
SIEMENS	DE	50	EXXONMOBIL	US	57	SIEMENS	DE	61
KANEGAFUCHI	JP	44	INFINEUM	UK	52	NORDEX	DE	45
MATSUSHITA	JP	38	HONDA	JP	39	LM GLASFIBER	DK	35
CEA	FR	37	ETHYL PETR.	US	35	GAMESA	ES	29
CROMPTON	US	31	AFTON CHEM.	UK	26	GE	US	21
FUJI PHOTO	JP	27	EBARA	JP	26	mitsubishi	JP	12

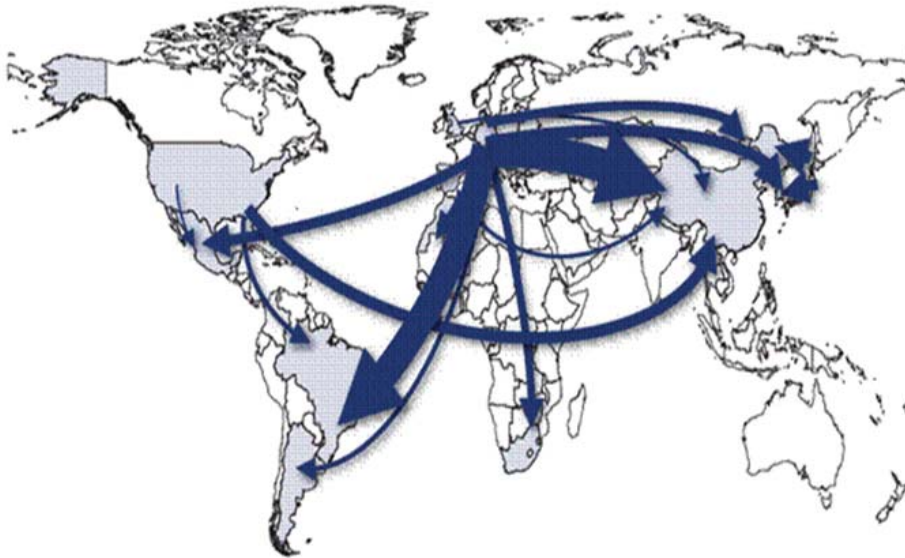
Aaltovoima			Vesivoima			Geotermien		
	Maa	Patentit		Maa	Patentit		Maa	Patentit
VA TECH	AT	13	VA TECH	AT	19	GUNDERMANN, A.*	AT	5
OCEAN POWER	US	10	VOITH	DE	13	ENRO GEOT.	DE	4
OPENHYDRO	IE	10	GE	US	8	XU, S.*	CN	4
WOBLEN, A.*	DE	8	OPENHYDRO	IE	8	GALVEZ, T.*	BE	3
SEABASED	SE	4	WOBLEN, A.*	DE	6	REHAU	DE	3
SEAPOWER	AU	4	ALSTOM	FR	3	WOLTER, K.*	DE	3
WAVE STAR	DE	4	ACCESS BUS.	UK	2	BEHR	DE	2
ATLANTIS RES.	SG	3	AZ INGEN.	CH	2	DEHN, M.*	DE	2
FINN ESCONE	FI	3	BIOPOWER	AU	2	ENLINK GEOENERGY	US	2
FOBOX	NO	3	BOZANO, E.*	IT	2	FELDMANN, W.*	DE	2

* Yksityishenkilö

Uusiutuvien energiateknologioiden liikkuvuus

Maiden erikoistumisen ja keskeisten toimijoiden tunnistamisen lisäksi on myös hyödyllistä tunnistaa patentoitujen teknologioiden mahdollinen liikkuvuus. Viitaten OECD:n (2010a) analyysiin, jossa teknologioiden liikkuvuutta arvioitiin patenttitoiminnan maantieteellisellä jakautumisella, alla kuvataan tuulivoimaan (Kuva 3.18.) ja aurinkosähköön (Kuva 3.19.) liittyvää teknologioiden liikkuvuutta.

Kuva 3.18. Tuulivoimateknologioiden liikkuminen kansainvälisesti aikajaksolla 1990–2007 (Liikkuvuutta arvioitu duplikaattipatenttihakemusten avulla)⁸



Kuvista 3.18. ja 3.19. voidaan havaita teknologioiden voimakasta liikkuvuutta. Tuulivoiman kohdalla Euroopan keskeinen asema teknologian kehittäjänä on selkeä ja teknologian liikkuvuus kohdistuu Latinalaiseen Amerikkaan ja Etelä-Aasiaan, erityisesti Kiinaan. Aurinkosähköteknologioiden kohdalla keskeisimmät kehittäjamaat ovat Japani, USA ja Saksa, joista kaikista on voimakasta liikkuvuutta erityisesti Kiinaan. Näiden patenttitilastojen kautta voidaan todeta selvää liikkuvuutta kehittäjamaista kohti valmistajamaita. Erityisesti Kiinan keskeinen asema kyseisten teknologioiden näkökulmasta on mielenkiintoinen havainto. Syy Kiinan keskeiseen asemaan voi johtua valmistustoiminnan ja halvempien kustannusten lisäksi myös paikallisten toimijoiden voimakkaasta investoimisesta uusiutuvaan energiaan.

8 OECD:n avustava määritelmä: "The figures present data on the extent of transfer (measured in terms of duplicate patent applications) from Annex I to non-Annex I signatories of Kyoto Protocol for two key technologies – wind power and solar photovoltaics. The direction and thickness of the arrows reflect the relation between the country in which a patent application was first filed and subsequent duplicate filings in other countries. Patenting is costly in terms of the preparation of the application and the administrative costs and fees associated with the approval procedure. As such, inventors are unlikely to apply for patent protection in a second (or "duplicate") country unless they are relatively certain of the potential market for the technology in that country. On this basis it is possible to see how widely innovations are diffused in the global economy and learn which countries are the sources and recipients of such innovations. See www.oecd.org/environment/innovation."

Kuva 3.19. Aurinkosähköteknologioiden liikkuminen kansainvälisesti aikajaksolla 1990–2007 (Liikkuvuutta arvioitu duplikaattipatenttihakemusten avulla).

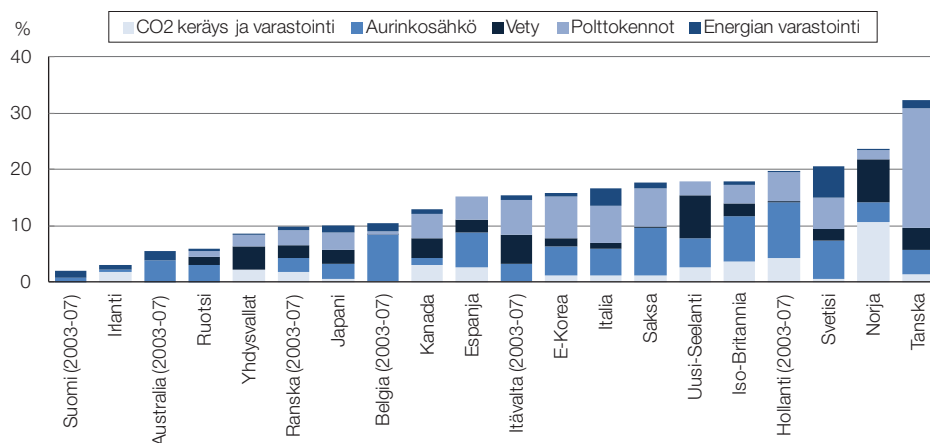


Julkisten toimijoiden rooli uusiutuviissa energiateknologioissa

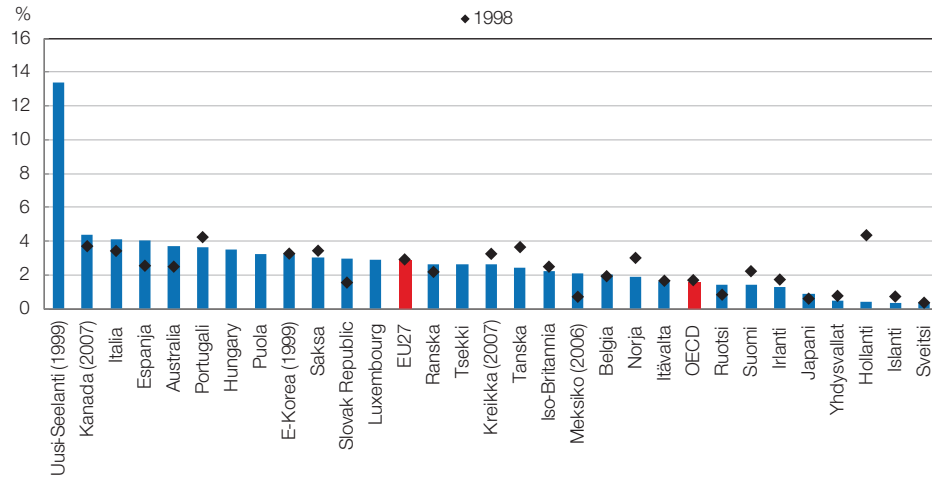
Yksi keskeinen uusiutuvan energian teknologioita koskeva teema on julkisen sektorin rooli innovaatiotoiminnassa. Kuvassa 3.20. on vertailtu eri maiden julkisen sektorin investointiasteita ympäristönhoidon T&K-toimintaan (OECD, 2010a).

Selvää trendiä tai esimerkiksi aiemmin keskeisiksi todettujen toimijoiden selkeästi suurempia julkisia T&K-investointeja ympäristönhoitoon ei voida havaita. Suomi sijoittuu vertailussa melko häntäpäähän ja julkiset investoinnit ovat alle OECD:n keskiarvon. Suomen alhainen julkinen investointitaso korostuu myös vertailtaessa, mihin teknologioihin eri maat ovat panostaneet (Kuva 3.20.). Suomen vähäiset panostukset kohdentuvat OECD:n (2010a) mukaan hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin sekä yleiseen energian varastointiin.

Kuva 3.20. Julkisten t&kgd -investointien jakautuminen eri teknologioiden kesken (2004–2008)



Kuva 3.21. Julkisen sektorin T&K-investoinnit ympäristöhoitoon vuonna 2008 (% kaikesta julkisesta t&K-investoinneista)

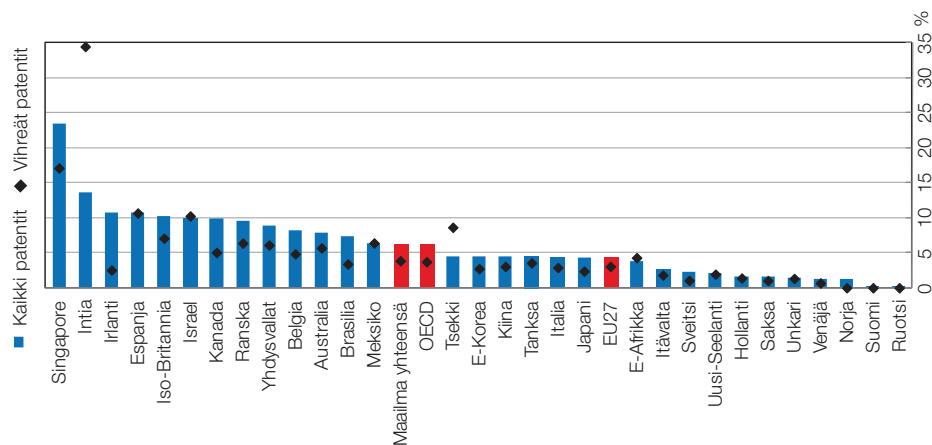


SUBTITLE Prosenttia kaikista julkisista T&K investoinneista

SOURCE OECD, Research & Development Database, December 2009.

Julkisten T&K -investointien lisäksi monissa maissa julkinen sektori on keskeinen toimija myös teknologioiden kehittämisessä. Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset voivat olla hyvinkin keskeisessä asemassa kansallisissa innovaatiojärjestelmissä myös patentoinnin kautta. Kuvassa 3.22. on raportoitu julkisten tutkimusorganisaatioiden patenttiaktiivisuus eri maissa ja lisäksi on huomioitu myös ympäristöpatenttien osuus.

Kuva 3.22. Julkisten tutkimusorganisaatioiden patentointiaktiivisuus (2000–2007)



SUBTITLE Prosenttia PCT patenttihakemuksista

SOURCE OECD, Patent Database, January 2010.

Kuvasta 3.22. käy ilmi, että eri maiden välillä on merkittäviä eroja. Pääsyy kansallisiin eroihin löytynee innovaatiojärjestelmien eroavaisuuksista. Esimerkiksi listan häntäpäässä ovat useat Pohjoismaat, Suomi mukaan lukien, vaikka ne sijoittuvat korkealle innovaatiojärjestelmien toimivuuden kansainvälisissä vertailuissa. Keskeinen syy tähän heikkoon sijoittumiseen lieenee yksityisen sektorin vahva rooli patentoinnissa, eikä julkisten tutkimusorganisaatioiden muita maita passiivisempi rooli. Suomen kohdalta on kuitenkin todettava, että tutkijat erityisesti korkeakouluissa suhtautuvat patentointiin ja muuhun kaupallistamistoimintaan hyvinkin kriittisesti (Tahvanainen & Nikulainen, 2010; Tahvanainen & Nikulainen, 2011).

3.10.2 Kansainväliset verkostot

Uusiutuvien energiateknologioiden tutkimustoimintaa käsitellään ja edistetään useissa erilaisissa kansainvälisissä energiapolitiikan, alan teollisuuden ja tutkijayhteisöjen yhteisöissä ja verkostoissa. Uusiutuvien energiateknologioiden alueilla toimii EU:n piirissä, eri maiden välillä ja globaalisti useita jo vakiintuneitakin erityyppisiä muodollisia tai epämuodollisia organisaatioita, yhdistyksiä ja verkostoja, jotka tuottavat ja välittävät alan tietoa ja osaamista, järjestävät kansainvälisiä messuja, konferensseja ja muita tapahtumia.

Keskeinen ja vaikutusvaltainen kansainvälinen toimija niin uusiutuvien energian kuin yleisesti energiatuotantomuotojen alalla on OECD:n International Energy Agency (IEA). Kuten kappaleessa 3.1. esitetään, se seuraa ja raportoi myös jäsenmaidensa uusiutuvaa energiatuotantoa edistäviä politiikkatoimia (esim. IEA 2004, IEA 2008, IEA 2011). Muita uusiutuvien energiatuotantomuotojen aloilla globaalisti toimivia tahoja ovat mm. International Renewable Energy Agency (IRENA), joka tukee maailmanlaajuisesti hallitusten uusiutuvan energian politiikan, alan osaamisen ja teknologioiden kehittämisessä. International Economic Platform for Renewable Energies (IWR) seuraa uusiutuviin energiateknologioihin erikoistuneiden yritysten taloudellista kehitystä, mm. niiden pörssikurssien kehittymistä. Lisäksi maailmanlaajuisesti toimii teknologiakohtaisia uusiutuvia energiatuotantomuotoja edistäviä järjestöjä kuten World Wind Energy Association (WWEA), World Hydrogen Energy Conference (WHEC), ja International Solar Energy Society (ISES).

Euroopan Unionin strategisen energiateknologiasuunnitelman (Strategic Energy Technology Plan, SET Plan) mukaan energia- ja ilmastomuutoksen hillintään liittyvän politiikan tavoitteiden saavuttamiseksi on välttämätöntä kehittää ja siirtyä monipuoliseen uusiutuvia energiateknologioita sisältävään energiarakenteeseen. SET Plan sisältää konkreettiset tavoitteet uusiutuvien energiatekniikoiden (tuuli-voima, aurinkovoima, kestävä bioenergia) toteuttamiselle ja se sisältää lisäksi konkreettiset tavoitteet hiilidioksidin talteenotolle, kuljetukselle ja varastoinnille (CCS), Euroopan sähköverkko -aloitteen, ja kestävä ydinfissio -aloitteen. EU:n piirissä toimii lisäksi erilaisia uusiutuvia energiamuotoja tutkivia ja edistäviä yhteenliittymiä

ja järjestöjä. European Energy Research Alliance (EERA) on kymmenen johtavan eurooppalaisen alan tutkimusorganisaation allianssi, jonka keskeisenä tavoitteena on nopeuttaa uusien energiatekniikoiden kehittämistä toteuttamalla yhteisiä tutkimushankkeita EU:n SET Plan -strategian tueksi. Eurooppalaisen uusiutuvan energian teollisuuden, kaupan ja tutkimusjärjestöjen vuonna 2000 perustama European Renewable Energy Council (EREC) edustaa eurooppalaisten uusiutuvan energian eri alojen teollisuutta ja tutkimusyhteisöä. EREC välittää uusiutuvia energiamuotoja koskevaa informaatiota ja toimii alan keskustelufoorumina politiikantekijöiden suuntaan paikallisella, alueellisella, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. Euroopassa toimii myös erilaisia teknologiakohtaisia uusiutuvia energiatuotantomuotoja edistäviä foorumeita kuten European Technology Platform for Wind Energy ja European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform.

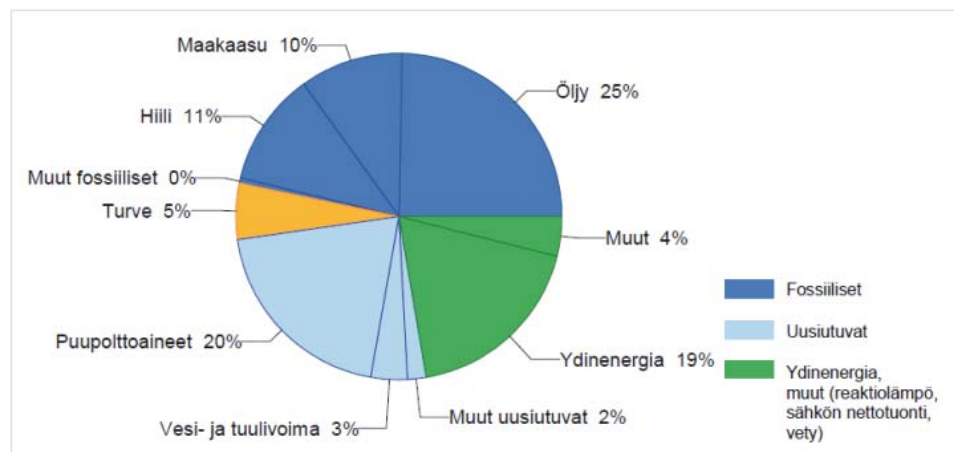
Suomalaistahot osallistuvat aktiivisesti niin EU:n kuin muidenkin kansainvälisten järjestöjen kuten IEA:n toimintaan. Samoin suomalaiset yliopistot ja tutkimuslaitokset ovat aktiivisia uusiutuvien energiatekniikoiden kansainvälisissä tutkimusverkostoissa (mm. VTT on yllä mainitun EERAn jäsenorganisaatio). Pohjoismaiden energiayhteistyön tavoitteena on edistää tehokasta ja ympäristövaikutuksiltaan hyväksyttävää energiataloutta Pohjoismaissa, Itämeren alueella ja muilla lähialueilla. Suomi osallistuu teollistuneiden maiden yhteistyöhön IEA:ssa. IEA:ssa tehdään mm. tilastollista asiantuntijatyötä sekä tutkimusyhteistyötä, jonka suomalaisesta koordinaatiosta vastaa Tekes. YK:ssa keskeisiä yhteistyöjärjestöjä on mm. YK:n Euroopan talouskomission (UNECE) kestävän energian komitea. Lähialueiden ulkopuolella Kiina on vakiintunut kahdenkeskisen energia- ja ympäristöalan yhteistyökumppaniksi.

4 Uusiutuvan energian tila ja kehittäminen Suomessa

4.1 Uusiutuvan energian merkitys Suomen energiantuotannossa ja -kulutuksessa

Vuonna 2009 uusiutuvan energian osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta oli 25 %. 51 % kokonaisenergiankulutuksesta tuotettiin öljyllä, hiilellä, maakaasulla sekä turpeella ja ydinvoiman osuus oli 19 % (Kuvat 4.1 ja 4.2). Uusiutuvan energian osuus sähkönhankinnasta oli 26 % vuonna 2009, josta vesivoiman osuus oli 16 % ja puupolttoaineiden 10 %. Uusiutuvien energialähteiden käyttö samoin kuin energian kokonaiskulutus on lähes kaksinkertaistunut vuoden 1970-tasosta, vaikkakin talouden taantumukset näkyvät selvästi teollisuuden energiankulutuksen notkahduksina (Kuva 4.3). Suurin uusiutuvan energian tuottaja ja käyttäjä Suomessa on metsäteollisuus, joten uusiutuvan energian osuus Suomen energiankulutuksesta on voimakkaasti riippuvainen metsäteollisuuden tuotannosta. 1990-luvun lopulta kiertäyspolttoaineiden, lämpöpumppujen, biokaasun yms. muiden biopolttoaineiden käyttö selvästi kasvanut, vaikka niiden osuus Suomen energiataseesta on edelleen marginaalinen.

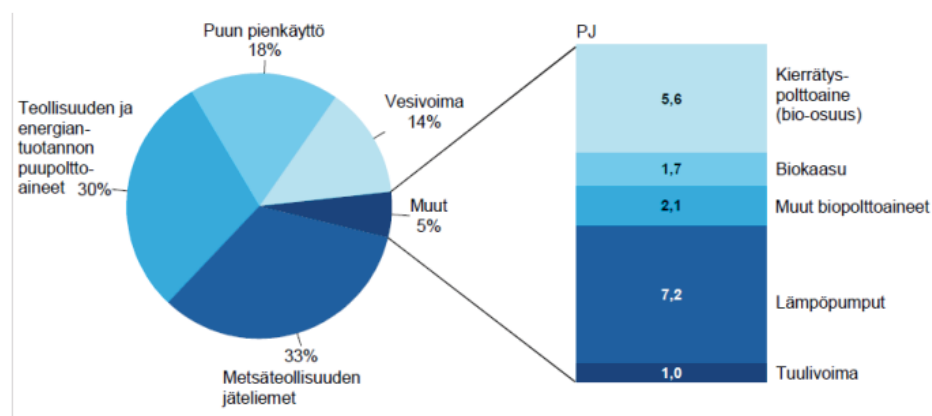
Kuva 4.1. Energian kokonaiskulutus 2009 (Tilastokeskus 2011).



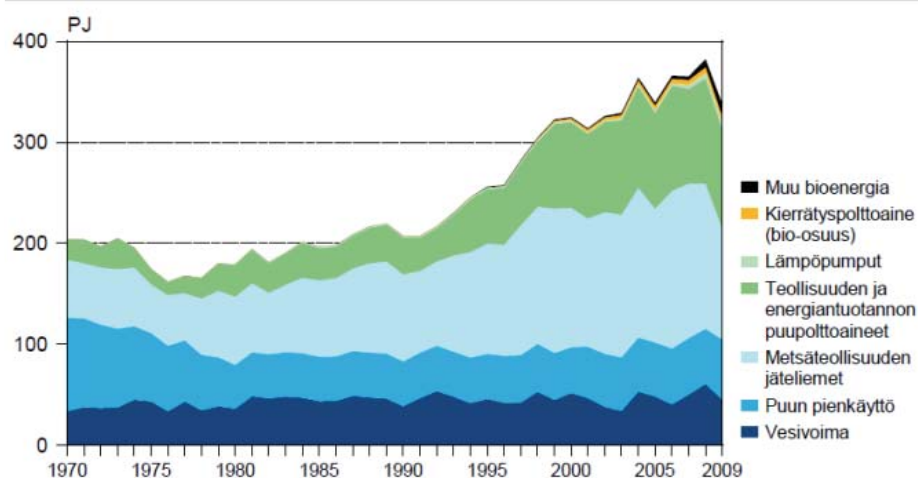
Uusiutuvan energian osuus sähköntuotannossa on riippuvainen paitsi metsäteollisuuden tuotannosta myös vuosittaisesta sateisuudesta Suomessa ja yleisesti pohjoismaisella sähkömarkkina-alueella sekä ulkolämpötilasta. Mikäli vesivoiman tuotanto on vähäistä erityisesti Norjassa ja Ruotsissa ja/tai ulkolämpötila on etenkin talviaikaan keskimääräistä alhaisempi, Suomi käyttää enemmän fossiilisia polttoaineita

käyttäviä lauhdelaitoksia. Sateisina vuosina Suomeen tuodaan enemmän sähköä Ruotsin sähkölinkin kautta ja yleensä myös Suomen oma vesivoimantuotanto on kyseisinä vuosina keskimääräistä suurempi.

Kuva 4.2. Uusiutuvien energialähteiden käyttö 2009 (Tilastokeskus 2011).



Kuva 4.3. Uusiutuvien energialähteiden käyttö 1970-2009 (Tilastokeskus 2011).



4.2 Suomen uusiutuvan energian tavoitteet vuodelle 2020

EU:n asettama uusiutuvan energian käytön tavoite Suomelle on 38 % energian lopukulutuksesta vuonna 2020. Vertailuvuotena 2005 uusiutuvan energian vastaava osuus oli 28,5 %. Työ- ja elinkeinoministeriö on toimittanut EU:n komissiolle uusiutuvaa energiaa koskevan toimintasuunnitelman, joka sisältää vaaditut arviot energian

loppukulutuksesta vuosina 2010–2020, uusiutuvaa energiaa koskevista tavoitteista ja kehityspoluista sekä uusiutuvaa energiaa koskevista politiikan tukitoimenpiteistä. Siinä arvioidaan myös Suomessa vuonna 2020 kulutettavat uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuudet liikenteessä, sähköntuotannossa sekä lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Suomen suunnitelman pohjana ovat kansallinen ilmasto- ja energiastrategia sekä Kataisen hallituksen uusiutuvan energian velvoitepaketin linjaukset eri uusiutuvan energian lähteistä ja tarvittavista taloudellisista ohjaukeinoista. Raportti linjaa hyvin yksityiskohtaisesti eri uusiutuvien tuotantomuotojen määrälliset ja prosentuaaliset lisäystavoitteet sekä politiikat ja muut toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi, joten niitä ei esitetä tässä yhteydessä muuten kuin joidenkin yleishavaintojen osalta.

1. Uusiutuvan energian osuus lasketaan kokonaisenergiankulutuksesta, jonka kehitys on Suomessa keskimäärin kasvanut viimeisinä vuosikymmeninä. Tulevaisuudessa kokonaisenergiankulutuksen tulisi kuitenkin kääntyä laskuun, kun taustalla on EU:n energiatehokkuustavoitteet sekä energianhinnan kallistuminen. Suuri kysymys on kuitenkin Suomen teollisuuden, etenkin metsäteollisuuden, rakennemuutos ja teollisuuden tuotantovolyymit vuonna 2020. Myös sähkön tuonti Venäjältä ja tuonti/vientitasapaino Pohjoismaihin sekä Viroon vaikuttavat Suomen energiataseeseen sekä eri polttoaineiden käyttöön.
2. Tuulivoiman osalta on asetettu ilmasto- ja energiastrategian mukaisesti tavoite nostaa tuotanto 6 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä, ja sen edistämiseksi otettiin vuonna 2011 käyttöön markkinaehtoinen syöttötariffijärjestelmä, jossa tuulisähköntuotannon tavoitehinta on 83,50 €/MWh. Tavoitehintaa on kuitenkin vuoden 2015 loppuun saakka 105,30 €/MWh (enintään kolme vuotta). Tammi-kuun 2011 loppuun mennessä Suomessa oli julkaistu tuulivoimalahankkeita noin 6000 MW edestä, josta merelle suunniteltujen hankkeiden osuus on 3000 MW (VTT 2011). On selvää, että kaikki esitetyt hankkeet eivät toteudu, mutta tuulivoimatavoite näyttäisi suurella todennäköisyydellä toteutuvan.
3. Liikenteen uusiutuvan energian osalta Suomi on asettanut tavoitteeksi 20 %, kun EU:n asettama minimitalvoite on 10 %. Työ- ja elinkeinoministeriö on toimittanut Euroopan komissiolle kolme ns. NER300-rahoituksen valintamenettelyyn biopolttoainehankemusta. Kyseinen NER300-rahoitus tulee EU:n yhteisestä päästöoikeusvarannosta (NER, 300 miljoonaa päästöoikeutta), joiden myynnistä saatava raha käytetään hiilen talteenottoa ja varastointia (CCS) ja uusiutuvia energialähteitä hyödyntävien (RES) hankkeiden rahoitukseen. EU rahoittaa jokaisessa jäsenvaltiossa 1–3 hanketta maksimissaan 50 % uuden teknologian kustannuksista. Tavoitteena on, että viiden vuoden sisällä Suomessa on merkittävä biodieselpasiteetti, mutta NER-rahoituksesta pitkälti riippuu, mitkä hankkeet lähtevät ensiksi eteenpäin. Toisaalta UPM on julkaissut biodieselhanke Lappeenrannassa ei ole hakenut NER-rahoitusta eikä se ole myöskään hakemassa muuta julkista investointitukea, joten sen toteutus on jo varmistunut.

4. Biomassan osalta sähkön ja lämmön tuotannossa vuodelle 2020 asetettu tavoite on ehkä kunnianhimoisin. CHP-tuotannossa tavoitteena on kaksinkertaistaa nykyinen metsähakkeen käyttö 25 TWh:iin vuodessa, mikä vastaa 13,5 Mm³ haketta vuodessa. Kasvusta suuri osa tulisi kattaa pienpuulla ja kannoilla, joiden korjuukustannukset ovat nykyään korkeat. Lisäksi energialaitosten kyky maksaa puusta määräytyy turpeen ja päästöoikeuden kustannusvaikutusten perusteella. Biomassan käytön edistämiseksi on asetettu pienpuun energia-tuki ja päästöoikeuden hinnan mukaan määräytyvä pien-CHP:n syöttötariffi. Lisäksi on suunnitteilla tuki kivihiilen käytön korvaamiseksi sähkön ja lämmön tuotannossa 7–8 TWh tasolla. Viime aikoina keskustelua ovat lisäksi aiheuttaneet Suomen ympäristökeskuksen tutkimukset, joissa on arvioitu voimakkaasti lisääntyvän metsähakkeen ja kantojen käytön ilmastovaikutuksia. Selvitysten perusteella epävarmuus kyseisten raaka-aineiden lisääntyvän käytön ilmastohyödyistä on merkittävä.

4.3 Uusiutuvan energian klusterin merkitys Suomen elinkeinotoiminnassa ja vientipotentiaalin arviointi

Elinkeinotoiminnallista merkitystä arvioidaan hyödyntämällä Etlatiedon Suomen energiaklusterista keräämää tietokantaa. Tietokanta perustuu EU-maiden hyödyke-luokitukseen. Sen avulla voidaan tarkastella tuotteita, palveluita ja niiden markki-noita sekä viennin kohdemaita. Rinnastamalla Suomea koskeva tieto maailmankau-pan tilastoihin saadaan muodostettua varsin tarkka kuva Suomen uusiutuvan ener-gian klusterin profilista maailmanmarkkinoilla. Tässä yhteydessä tulee kuitenkin huomata, että uusiutuvan energian raja- ja luokittelu on hyvin haasteellista, koska useat teknologiat, komponentit ja palvelut soveltuvat sekä uusiutuvia että uusiutu-mattomia energialähteitä hyödyttäväksi.

4.3.1 Uusiutuvan energian liiketoiminta Suomessa

Tässä luvussa tehdään laadullinen analyysi uusiutuvan energian liiketoiminnasta Suomessa. Lähtökohtana on alalla toimivien yritysten kartoitus ja luokitus energia-muodon arvoketjun pohjalta. Tarkastellaan, mikä on yrityksen rooli arvoketjussa, minkä kokoinen yritys on henkilöstön koon perusteella (pk-rajana 250 henkilöä) ja onko kyse kotimaisesta yrityksestä vai ulkomaisen yrityksen toiminnasta Suomessa. Yrityskohtaisen tarkastelun pohjalta analysoidaan energiamuotojen kotimaisten arvoketjujen vahvuuksia ja heikkouksia.

Kotimaisten uusiutuvan energian yritysten kartoituksessa on hyödynnetty inter-netin kautta julkisesti saatavia tietoja. Tärkeitä lähteitä ovat olleet eri energiamuo-tojen edunvalvontajärjestöjen jäsenrekisterit ja raportit. Tämä koskee ennen kaik-kea bioenergiaa, tuulivoimaa sekä lämpöpumppuja. Aurinko- ja vesien energian osalta

ei löytynyt selkeitä arvoketjujen vaiheita ylittäviä järjestöjä, vaan tiedot on koottu useasta paikasta.

Kaiken kaikkiaan on tunnistettu 535 yritystä ja organisaatiota, jotka jakautuvat viiden energiamuodon kesken seuraavalla tavalla: bioenergia 132, tuulivoima 104, aurinkoenergia 94, lämpöpumput 109 sekä vesivoima 23 yritystä ja organisaatiota. Valtaosa yrityksistä (343) on pk-yrityksiä, 45 yritystä on kotimaisia suuryrityksiä ja 35 yritystä kuuluu ulkomaisiin emoyhtiöihin tai konserneihin.

Bioenergia

Suomalainen teollisuus on jo pitkään hyödyntänyt merkittävästi biomassaa uusiutuvan energian raaka-aineena. Tämä näkyy myös bioenergian kotimaisessa arvoketjun monipuolisuudessa. Toimijoita löytyy biomassan korjuusta ja polttoaineen tuotannosta alkaen energian käyttäjiin asti, ja lisäksi ketjua tukee iso määrä tuotantolaitteita valmistavia ja erilaisia tukipalveluja tuottavia yrityksiä, organisaatioita ja järjestöjä (Kuva 4.4). Raaka-aineet saadaan metsä- ja maatalouden tuotteista tai teollisuuden ja yhteiskunnan jäte- ja sivuvirroista. Suomen metsistä suuri osa on yksityisten metsänomistajien omistamaa ja peltöjen biomassaa on maaviljelijöiden käsissä. Tässä tarkastelussa henkilöomistuksessa oleva biopolttoaineen tuotanto on jätetty fokuksen ulkopuolelle. Metsäteollisuus on vertikaalisesti integroitunut ja se omistaa merkittäviä metsäalueita vastaten itse puunhankinnasta sekä kotimaassa että ulkomailla. Puusta suurin osa menee sellun ja paperin valmistukseen ja energiatuotantoon päätyvät pääasiassa näiden prosessien sivuvirrat, esimerkiksi mustalipeän ja muiden sivuvirtojen hyödyntäminen energiantuotannossa.

Kuva 4.4. Bioenergian arvoketjun yritysten luokittelu.

	Pk-yritysten lukumäärä	Suuryritysten lukumäärä	Ulkomainen emoyhtiö	Yritykset yhteensä
Raaka-aineiden myynti	8	1		9
Energian tuottajat	15	7	1	22
Biopolttoaineen myynti ja jakelu	3	2		5
Komponentti, laite- ja järjestelmävalmistus	29	11	4	40
Bioenergian laitteiden kauppa ja maahantuonti	14	1		15
Konsultointi, suunnittelu ja projektointi	15	4		19
Koulutus ja tutkimus	3	2		5
Liitot ja järjestöt	9			9
Hallinto	6	1		7
Muut	7			7
Yhteensä	109	28	5	137

FinBion listaamien bioenergiayritysten joukosta voidaan tunnistaa yhdeksän yritystä, joiden pääliiketoimintana on biomassaraaka-aineiden välitys ja myynti.

Näistä suurin osa on pk-yrityksiä. Ainoana suuryrityksenä ryhmässä on Metsäliitto Osuuskunta, johon kuuluu noin 130 000 metsänomistajaa. Heidän yhteensä omistamansa metsäpinta-ala on noin puolet Suomen yksityismetsistä. Lisäksi arvoketjun alkupäähän liittyvät mm. metsäyritykset, jotka tuottavat bioenergiaa omista raaka-aineistaan.

Bioenergian tuottajina on yhteensä 22 yritystä. Keskeisiä ovat sellua tuottavat metsäteollisuuden suuryritykset UPM-Kymmene ja Stora Enso Oyj sekä pienet ja suuret energiayhtiöt. Suuryrityksiä tässä ryhmässä on yhteensä viisi: Fortum Oyj, Turku Energia Oy, Pohjolan Voima Oy, Savon Voima Oyj ja Vattenfall Kaukolämpö.

Biopolttoaineiden tuottaja- ja myyjäorganisaatioita löytyy ryhmästä viisi yritystä. Neste Oil Oyj, St1 ja Biowatti keskittyvät liikenteen biopolttoaineiden tuotantoon ja myyntiin. Myös osa metsäyhtiöistä on käynnistänyt hankkeita omien sivuvirtojensa muuntamiseksi liikenteen polttoaineeksi.

Suurimman yritysryhmän bioenergia-arvoketjussa muodostaa tuotantolaitteita valmistava teollisuus. Tässä ryhmässä on yksitoista kansainvälisesti toimivaa suuryritystä ja 29 pk-yritystä, josta merkittävä osa on kansainvälisesti toimivia, keskisuuria yrityksiä. Keskeisiä tuoteryhmiä ovat biopolttoaineella toimivat dieselmoottorit (Wärtsilä Oyj), energiatuotannon kattilat ja tuotantojärjestelmät (MW Power Oy, Foster Wheeler, Kvaerner Power Oy, BMH Technology Oy) ja takat (Nunnalahden Uuni Oy, Tulikivi Oy) sekä metsänhoidon työkonet (John Deere Forestry Oy, Junkkari Oy, Komatsu Forest Oy, Ponsse Oyj) ja laitteet. Bioenergia-alan laitteita tuo maahan ja markkinoi FinBion yritysjoukosta viisitoista yritystä.

Merkittävä bioenergian arvoketjua tukeva yritysryhmä muodostuu insinööritoimistoista, jotka tuottavat konsultointi-, suunnittelu- ja koulutuspalveluita arvoketjun yrityksille. Näitä yrityksiä on FinBion yritysryhmässä yhteensä yhdeksätoista. Suurimmat ovat Pöyry Energy Oy, Sweco Industry, Citec sekä Carbona Oy.

Bioenergian arvoketjuun kuuluu myös kolme tutkimuslaitosta sekä koulutusorganisaatioita. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT sekä Metsäntutkimuslaitos (METLA) keskittyvät karkeasti sanoen arvoketjun alkupäähän eli raaka-aineiden tuottamisen ja hyödyntämisen tutkimiseen. Teknologian tutkimuskeskus VTT:n tutkimustoiminta kattaa arvoketjun kaikki vaiheet.

Koska metsäbiomassan hyödyntämisellä on pitkät perinteet Suomessa ja toimiala on hyvin järjestäytynyt, Suomessa on myös runsaasti bioenergiaa tukevia tahoja. Edunvalvonnan ja hallinnon organisaatioita on yhteensä kuusitoista.

Patenttitilastojen valossa bioenergia-alan yritykset ovat Suomessa aktiivisin uusiutuvan energian kotimainen toimiala. Näitä patenteja omistaa yhteensä kaksikymmentäyksi yritystä, mutta yli puolet on neljän suuren yrityksen hallussa. Fortum/Neste Oil, Andritz, Wärtsilä Finland ja STX Finland omistavat yhteensä 29 patenttia. Muut patentit jakautuvat tasaisesti seitsemäntoista firman kesken. Tässä joukossa on seitsemän suuryritystä ja kymmenen pk-yritystä. Suurin osa patenttien omistajista löytyy laitevalmistajien ryhmästä, mutta joukossa on myös energiayhtiöitä, jätehuollon yrityksiä, kemian ja rakentamisen yritys sekä tutkimus- ja palvelupuolen toimijoita.

Tuulivoima

Tuulivoiman perusarvoketju on lyhyt, mutta perusarvoketjua tukevia tahoja on paljon. Tuulivoimaloiden valmistukseen ja tuulipuistojen rakentamiseen osallistuvat laite- ja komponenttivalmistajat, tuulivoimaloiden maahantuojat, konsultit ja insinööritoimistot, kuljetus- ja logistiikkatoimijat, rakennusliikkeet ja alaan erikoistuneet rahoittajat. Lisäksi tuulienergiaa tuetaan huollon, tutkimuksen ja tuuliolosuhteiden mittauksen keinoin (Kuva 4.5).

Kuva 4.5. Tuulivoimateollisuuden arvoketjun yritysten luokittelu.

	Pk-yritysten lukumäärä	Suuryritysten lukumäärä	Ulkomainen emoyhtiö	Yritykset yhteensä
Tuulienergian tuotanto ja tuulipuistojen kehittäjät ja omistajat	23	4	4	28
Energiakauppa	1		1	1
Komponentti, laite- ja järjestelmävalmistus	18	7	4	25
Tuulivoimaloiden maahantuojat	9	4	4	13
Konsultointi ja suunnittelupalvelu	15	7	5	22
Kuljetus- ja logistiikkapalvelu	6	1	1	7
Rakentaminen	1	4	1	5
Huolto- ja kunnossapitopalvelut	4	3	1	7
Tuuliolosuhteiden mittauspalvelu	2	2		4
Tutkimus		1		1
Rahoittajat	1		1	1
Muut	3			3
Yhteensä	84	33	22	117

Keskeinen lähde tuulivoimayritysten tunnistamiseksi on Tuulivoimayhdistyksen jäsenrekisteri (<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/Jasenet>). Kaiken kaikkiaan olemme tunnistanee 116 tuulienergia-alan yritystä. Näistä noin neljännes (28 yritystä) on tuulienergian tuottajia ja tuulipuistojen omistajia. Ryhmään kuuluu neljä suuryritystä ja 23 pk-yritystä. Isoista yrityksistä kaksi on isojen ruotsalaisten emoyhtiöiden tytäryhtiöitä. Suurin osa yrityksistä on alueellisesti toimivia suomalaisia energiayhtiöitä. Puhtaita energiakaupan edustajia löytyy yhdistyksen jäsenrekisteristä yksi.

Tuulivoiman laitteiden ja komponenttien valmistus on merkittävä ala myös Suomen tuulivoimateollisuudessa. Alan suuryrityksiä ovat tuulivoimaloita toimittava WinWinD Oy, sähkötekniisiä komponentteja toimittava ABB, vaihteistoja valmistava Moventas Oy, sähköjärjestelmien infrastruktuuria rakentava Eltel Networks Oy, tuulivoimaloiden koneikkoja ja kestopagneettigeneraattoreita valmistava Hollming Works Oy ja läpivientitiivisteitä tuottava Roxtec Oy. Olemme tunnistanee myös parikymmentä pientä ja keskisuurta tuulivoiman laitteita ja komponentteja valmistavaa yritystä. Tässä joukossa on myös kansainvälisesti toimivia ja voimakkaasti kasvavia yrityksiä kuten magneettigeneraattoreita valmistava The Switch, jonka liikevaihto kasvoi vuoden 2007 noin kahdestakymmenestä miljoonasta vuoteen 2009 mennessä noin 100 miljoonaan euroon.

Tuulivoimaloiden maahantuojayrityksiä löytyi kolmesta, joista neljä on isojen kansainvälisten yritysten Suomessa toimivia tytäryrityksiä ja yhdeksän kotimaisia pk-yrityksiä.

Konsultti- ja suunnittelupalvelua tarjoaa yhteensä kaksikymmentäkaksi yritystä. Suurimmat ovat Pöyry Energy Oy, Ramboll Finland Oy, Rejlers Oy, WSP Finland Oy, FCG Finnish Consulting Group Oy, Ilmatieteen laitos sekä Infratek Finland Oy. Näistä Ramboll ja WSP Finland kuuluvat ulkomaisten emoyhtiöiden konserneihin.

Mielenkiintoinen havainto on, että myös kuusi logistiikka-alan yritystä on Tuulivoimayhdistyksen jäsenenä. Tämä johtuu siitä, että tuulivoimalaitokset ja niiden komponentit ovat hyvin isoja ja niiden kuljettaminen vaativa logistinen haaste.

Muita tukipalveluja tarjoavia yrityksiä ja organisaatioita löytyy huolto- ja kunnossapidon alueelta, rakennusosalta sekä tutkimuksen, tuuliolosuhteiden mittauksen ja rahoituksen puolelta. Näitä yrityksiä ja organisaatioita on yhteensä tunnistettu 18 kappaletta.

Kansainvälisten emoyhtiöiden tytäryritysten lukumäärän perusteella voidaan sanoa, että kansainvälinen yhteistyö on tuulivoiman arvoketjussa merkittävästi yleisempää kuin bioenergian vastaavassa. Tuulivoiman puolella noin joka viides yritys kuului ulkomaiseen konserniin – biopuolella vastaava luku on yksi kolmestakymmenestä. Kansainvälisesti katsottuna suomalaiset tuulivoimamarkkinat ovat pienet. Tilannetta voidaan tulkita niin, että suomalainen tuulivoimaosaaminen on kiinnostanut ulkomaisia yrityksiä tulemaan Suomeen joko perustamaan omia yksiköitä tai ostamaan suomalaisia asiantuntijaorganisaatioita.

Suomalaisia tuulivoiman patentteja on tunnistettu yhteensä 13 kappaletta. Näistä tuulivoimalaitoksia valmistava WinWind omistaa kuusi ja ABB kolme kappaletta. Muita patentinomistajia ovat Moventas, Bearing Drive Finland, Setokons ja Finn Escone.

Aurinkoenergia

Aurinkoenergian arvoketju eroaa merkittävästi sekä bioenergian että tuulivoiman arvoketjuista. Lukumääräisesti suurin osa yrityksistä on joko kauppaa tekeviä maahantuoja, tukku- tai vähittäisliikkeitä tai aurinkoenergian laitteita asentavia pienyrityksiä (Kuva 4.6). Toinen mielenkiintoinen huomio on, että vain yksi energiayhtiö (Fortum Oy) on ilmoittanut toimivansa aurinkoenergian alueella. Tämä viittaa siihen, että kotimarkkinoilla hyödynnetään aurinkoenergiaa pääasiassa pienessä mitakaavassa perustuen ulkomailta tuotuun tai kotimaiseen teknologiaan.

Kuva 4.6. Aurinkoenergian arvoketjun yritysten luokittelu.

	Pk-yritysten lukumäärä	Suuryritysten lukumäärä	Ulkomainen emoyhtiö	Yritykset yhteensä
Energiayhtiö		1		1
Laite- ja komponentti-valmistus	14	12	4	26
Maahantuonti ja myynti	31	2	2	33
Suunnittelu ja projektointi	7			7
Asennus	19			19
Huolto	5			5
Tutkimus	2			2
Järjestöt	2			2
Muut	2			2
Yhteensä	82	15	6	97

Aurinkoenergian laitteita ja komponentteja valmistavia yrityksiä löytyy koko arvoketjun kokoon suhteutettuna paljon. Niiden osuus on yli neljänneksen kaikista yrityksistä. Tässä ryhmässä on myös merkittävä osa suuryrityksiä – yhtä monta kuin bioenergian puolella ja puolitoista kertaa tuulivoimaan verrattuna. Alueella toimivat suuryritykset ovat ABB, Cupori, Ensto, Fläkt Woods, Glaston, Luvat Pori Oy, Oilon Oy, Okmetic, Rautaruukki Oy/Rannila Oy, Sunwind Oy, Vacon sekä Viessmann Oy.

Pk-yritysten joukosta löytyy voimakkaasti kasvavia aurinkoenergiaan ja siihen liittyvän teknologiaan erikoistuneita korkean teknologian yrityksiä. Yhtenä esimerkkinä on pinnoituslaitteisiin erikoistunut Beneq. Myös alalla toimivat insinööri-toimistot ovat kehittäneet kansainvälisesti tunnustettua osaamista aurinkoenergian alalla. Näitä yrityksiä ovat mm. BigMan, Cimsolar, Gaia Group Oy, NAPS Systems Oy, SiSustainable, Solar Simulator Finland Oy ja Soleco Oy.

Eräs kotimaisen aurinkoenergian yritysten haasteista on löytää sopivia kohteita haastaviin uuden teknologian pilotointiin. Yksi esimerkki tällaisesta pilotista on rakenteilla oleva Närpiön uimahalli.

Aurinkoenergian patenteja löytyy Etlan selvityksen mukaan 18 kappaletta. Määrä on toiseksi suurin bioenergian jälkeen. Huomiota herättää, että kahdeksan patenttia on yhden pk-yrityksen omistamia. Muiden patenttien joukosta löytyy useampi laitevalmistaja ja elektroniikkayrityksiä. Joukkoon mahtuu myös kaksi kemian ja muovialan yritystä.

Verrattuna bioenergian ja tuulivoiman yrityksiin aurinkoenergian yritykset ovat heikosti järjestäytyneet. Alalta ei löydy koko kenttää kattavaa edunvalvontajärjestöä.

Lämpöpumput

Lämpöpumpuilla tuotetaan energiaa Suomessa pääasiassa pienessä mittakaavassa ulkomailta tuodun teknologian avulla. Tämä näkyy maahantuojien ja jälleenmyyjien osuudessa alan koko yrityskentästä: noin 85 prosenttia yrityksistä kuuluu tähän

yrittäjäryhmään (Kuva 4.7). Maahantuonti on pääasiassa kansainvälisten konsernien ja jälleenmyynti pienten suomalaisten yritysten käsissä.

Kuva 4.7. Lämpöpumpputeollisuuden arvoketjun yritysten luokittelu.

	Pk-yritysten lukumäärä	Suuryritysten lukumäärä	Ulkomainen emoyhtiö	Yritykset yhteensä
Laite- ja komponentti-valmistus	5	2	1	7
Maahantuonti ja myynti	7	9	8	16
Jälleenmyyjät ja asennusliikkeet	80	2		82
Suunnitteluyritykset	2			2
Koulutusyritykset	1	1		2
Järjestöt	1			1
Muut	5	2		7
Yhteensä	102	15	8	117

Laitevalmistusta tehdään Suomessa seitsemässä yrityksessä. Oilon Home Oy on osa ainoaa alalla toimivaa kotimaista suuryritystä eli Oilon Osakeyhtiöstä. Se on erikoistunut pientalojen ja kiinteistöjen lämmitykseen ja työllistää noin 45 henkilöä. Ruotsalaisen Swego-konsernin Swego ILTO Oy:ssä Kaarinassa työskentelee noin 60 henkilöä. Mielenkiintoinen, nopeasti kasvanut yritys on Gebwell Oy, joka on kasvanut vuonna 2006 noin kymmenen henkilöä työllistäneestä yrityksestä sadan henkilön organisaatioksi. Merkittävä tekijä on myös Kaukora Oy, joka työllistää noin 140 henkilöä.

Lämpöpumppujen alueelta löytyy vain yksi patentoinut yritys. Tämä on pk-yritykseksi luokiteltu elektroniikkayritys Mateve Oy.

Vesivoima

Perinteinen vesivoima on Suomessa merkittävin uusiutuva sähköntuotannon muoto. Maassamme on yli 200 vesivoimalaitosta, joiden yhteenlaskettu teho on lähes 3000 MW. Tästä huolimatta vesivoimaan ja sen kehittämiseen panostavia yrityksiä ei karvoituksestamme löytynyt monta. Tunnistimme yhteensä kaksikymmentäneljä vesivoiman parissa toimivaa yritystä. Näistä neljatoista oli voimalaitosten omistajia ja kuusi voimalaitosteknologiaa valmistavia yrityksiä (Kuva 4.8).

Kuva 4.8. Vesivoiman arvoketjun yritysten luokittelu.

	Pk-yritysten lukumäärä	Suuryritysten lukumäärä	Ulkomainen emoyhtiö	Yritykset yhteensä
Voimalaitosten omistajat	5	9	2	14
Energiayhtiö	1			1
Voimalaitosteknologian valmistajat	2	4	3	6
Teknologian maahantuoja	2			2
Asennus ja kokoonpano	1			1
Yhteensä	11	13	5	24

Suomen vesivoimalaitoksia omistavat pääasiassa kotimaiset energia- ja metsäyhtiöt. Isot ja keskisuuret voimalaitokset ovat pääasiassa kotimaisten Fortumin, Pohjolan Voiman, UPM-Kymmenen, Helsingin Energian omistuksessa. Omistajina ovat myös norjalainen Statkraft ja ruotsalainen Vattenfall. Pienempiä voimalaitoksia omistavat näiden yritysten lisäksi myös pienemmät, alueellisesti toimivat kotimaiset energiayhtiöt.

Etlan kartoituksessa ei löytynyt yhtään vesivoimaan liittyvää suomalaista patenttia. Eräs selitys voi olla, että vesivoiman teknologian valmistus ja kehittäminen ovat pääasiassa isojen kansainvälisten yritysten hallussa (mm. ABB, GE). Alalla toimivat kotimaiset yritykset ovat pääasiassa pieniä konepajayrityksiä kuten Waterpumps WP Oy tai Saahkarin Kone Ky. Merkittävin kotimainen toimija tällä kentällä on Vaasa Engineering Oy.

Yhteenveto

Viiden uusiutuvan energian arvoketjun laadullinen analysointi osoittaa, että Suomessa on kaupallista ja teollista toimintaa kaikilla uusiutuvan energian osa-alueilla, mutta arvoketjuissa on merkittäviä eroja. Vesivoima on Suomessa keskeinen energiatuotannon muoto, mutta vesivoiman ja siihen liittyvän teknologian kehittämisen alueelta löytyi vain pieni määrä yrityksiä. Pääasiassa nämä ovat kansainvälisiä suuryrityksiä, joilla on toimintaa myös Suomessa. Lämpöpumpppuolella suurin osa toimijoista keskittyy maahantuontiin, myyntiin ja asennukseen ja vain pieni ryhmä yrityksiä keskittyy teknologian kehittämiseen.

Bio- ja aurinkoenergian puolelta löytyy isompi määrä teknologiaa valmistavia ja kehittäviä yrityksiä ja kansainvälinen yhteistyö on kehittynyt etenkin aurinkopuolella. Bioenergian alueella kotimainen energiateollisuus on vahvasti mukana. Samaa koskee tuulienergiaa. Metsäteollisuuden rooli energian tuottajana ja kuluttajana korostuu ennen kaikkea vesi- ja bioenergian alueilla.

Liiketoiminnan kartoituksen osana analysoimme kasvuyritysten lukumäärää kotimaisen uusiutuvan energian alueelta. Analyysissä alueelta ei löytynyt kolme vuotta peräkkäin kymmenen prosentin liikevaihdon kasvuun kyenneitä yrityksiä. Myös patenttikartoitus antoi ymmärtää, että alan yritykset eivät panosta aktiivisesti uuden teknologian suojaamiseen. Tutustuminen yksittäisiin kärkiyrityksiin osoittaa kuitenkin, että Suomesta löytyy kansainvälisesti menestyneitä korkean teknologian yrityksiä myös uusiutuvan energian alueella.

Laadullisen analyysin pohjalta on vaikeaa tuoda esille uusiutuvan energian liiketoiminnan merkitystä kansallisen teollisuuden ja talouden mittakaavassa. Kvantitatiivisen analyysin haasteena taas on mm. se, että uusiutuvan energian ja sen laitteiden ja komponenttien valmistus on vain osa alalla toimivien yritysten liiketoimintaa ja harva yritys erittelee raportoinnissaan, mikä osa toiminnastaan liittyy uusiutuvaan energiaan. Siksi tarvitaan jatkossa tarkempia analyysseja.

4.3.2 Uusiutuvien energiateknologioiden ulkomaankauppa

Uusiutuvien energiateknologioiden maailmankauppaa käsitellään seuraavassa ulkomaankauppatilastojen valossa. Käsittelyä vaikeuttaa se, että kaikkien teknologioiden osalta ei voida sanoa, miltä osin on kyse uusiutuvasta ja ei-uusiutuvasta teknologiasta. Toinen rajoitus on se, että vain keskeiset energiateknologian komponentit voidaan identifioida tullitilastoista.

Osa rakennettavien voimalaitosten arvosta on palvelupanoksia, joista ei juuri ole saatavissa tilastotietoja. Palveluvienti on voimakkaasti kasvanut viime vuosina, ja voidaan myös olettaa, että myös energiasektorilla vienti tulee jatkossa olemaan entistä enemmän osaamisen ja palveluiden vientiä. Esimerkkinä voidaan mainita kattilavalmistajat, jotka suunnittelevat laitokset Suomessa mutta valmistuttavat ne Suomen rajojen ulkopuolella. Seuraavaa tarkastelua rajoittavat siis nämä tekijät.

Tarkastelussa ovat mukana kattilalaitokset ja moottorivoimalaitokset sekä vesi-, tuuli-, ja aurinkoenergia. Monissa tarkasteluissa myös energian käytön tehostaminen lasketaan uusiutuvaksi teknologiaksi (vrt. esimerkiksi lämpöpumppujen käyttö, joka säästää konventionaalisia raaka-aineita ja näin tavallaan mahdollista niiden käytön tulevaisuudessa). Energiansäästöön liittyvistä teknologioista käsitellään tässä taajuusmuuttajia ja inverttereitä, joilla on kasvavat markkinat tuuli- ja aurinkovoimaloiden komponentteina.

Ulkomaankauppa-aineistot antavat suuntaa tulevaisuuden trendeistä. Ulkomaankauppatilastot eivät kuitenkaan kerro, kuinka paljon energiateknologiaa valmistetaan kussakin maassa kotimarkkinoita varten. Esimerkkinä mainittakoon nopeasti kehittyvät Kiina ja Intia, joissa valtaosa kattilavalmistuksesta on maiden omien valmistajien käsissä.

Eri tuotantotapojen yhteydessä on lyhyt katsaus Suomen kannalta alan kotimaisen teollisuuteen ja sen kehitysnäkymiin.

Viennin indikoimat uusiutuvan energiateknologian muutokset

Kuvassa 4.9 on esitetty seuraavien tuotteiden tai tuoteryhmien vienti OECD-maista ja kahdesta OECD:n ulkopuolisesta maasta (Taiwan ja Hongkong) vuosina 1990–2009:

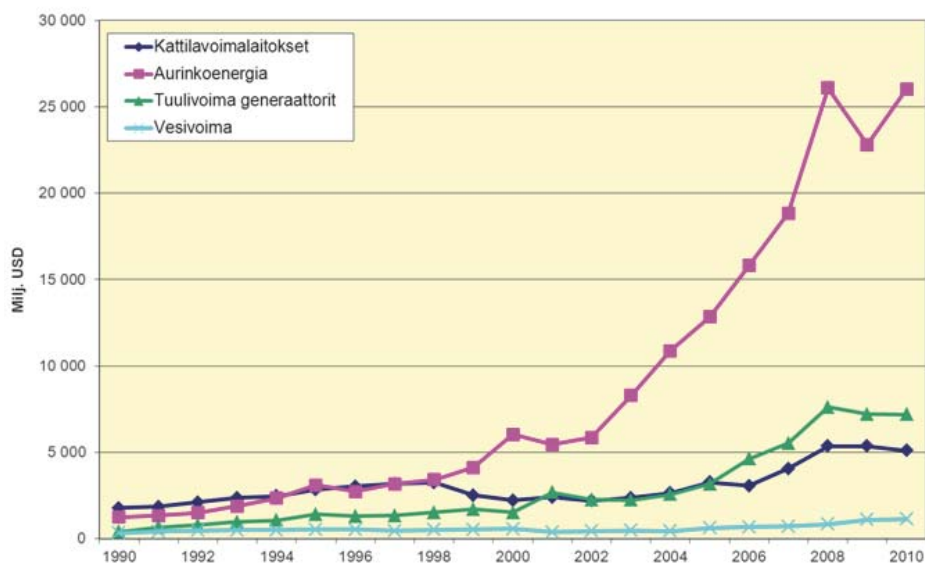
- Valonherkät puolijohdekomponentit ja valodiodit (SITCrev3, 77637) kuvaavat aurinkovoiman maailmanmarkkinoiden kehitystä.
- Kattilavoimalaitosten maailmankaupan kehitystä kuvaa hyödykeryhmä höyrykattilat ja niiden apulaitteet (SITC rev3, 711).
- Moottorivoimaloitten kaupan kehitystä kuvaa hyödykeryhmä generaattoriyhdistelmät (SITC rev3, 71651), joissa on puristussytytteinen mäntämoottori (diesel-puolidiesel)
- Vesivoimalateknologian ulkomaankauppaa kuvaa hydrauliset turbiinit, vesipyörät ja osat (SITCrev3, 7181).
- Tuulivoimaloiden teknologiaa kuvaamaan on valittu tuuligeneraattoriyhdistelmät (HS 2007, 850231muut generaattoriyhdistelmät, tuulivoimalla toimivat),

josta on tilastolukuja vain vuosilta 2007–2009. Niinpä vientimarkkinoita pitkältä ajalta, vuosilta 1990–2009, kuvaamaan on otettu laajempi ryhmä muut generaattoriyhdistelmät (SITC rev3, 71652), jotka tuulivoimageneraattoreiden lisäksi kuvaavat turbogeneraattoreita ja muita generaattoreita kuin yleisissä voimalaitostyypeissä (kattila- ja ydinvoimalat, vesivoimalaitokset sekä turbiini- ja moottorivoimalat) käytettäviä generaattoreita.

- Staattiset muuttajat (SITC rev3, 77121) säästävät energiaa ja näin polttoaineita, mutta ovat myös mm. tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien tärkeitä komponentteja.

Yleinen havainto on sama kuin edellä patenttitarkasteluissa. Aurinkoenergian kasvu näyttäisi olevan ylivoimainen muihin uusiutuviin verrattuna. Myös tuulivoiman kasvu on ollut nopeaa, mutta johtopäätös on tehty laajemman tavararyhmän kuin tuulivoimageneraattorien perusteella⁹. Kattilavoimalaitosten keskeisten komponenttien ulkomaankauppa on ollut näitä selvästi maltillisempaa, mutta kuitenkin 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen noususuhdanteessa voimakasta. Vesivoiman investointiluvut ovat maltillisia, mihin kuitenkin vaikuttanee valjastettavissa olevan resurssien vähyys.

Kuva 4.9. Uusiutuvan energiateknologian viennin kasvu mitattuna avainkomponenttien OECD-viennillä (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary))



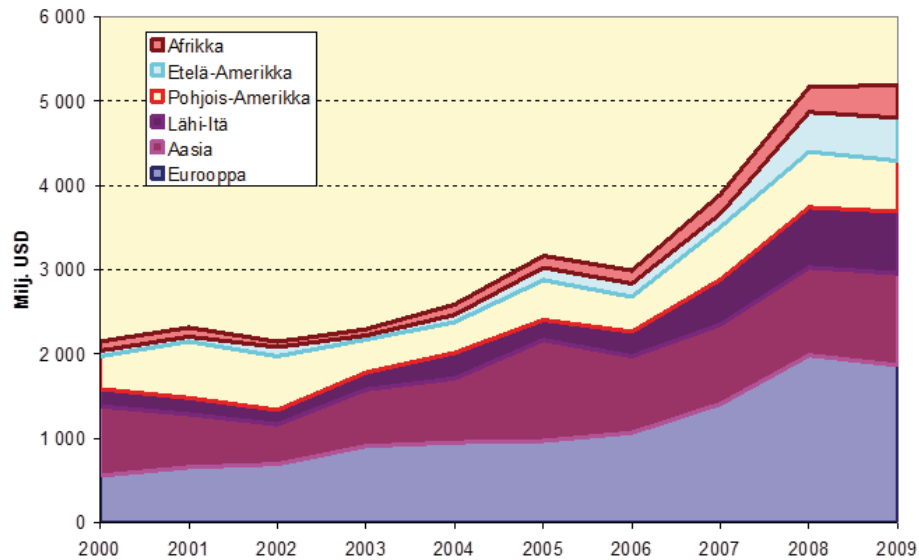
⁹ Tuulivoimageneraattorien vienti OECD-maista oli 3 462 milj. USD vuonna 2007, 4 389 milj. USD vuonna 2008 ja 3 471 milj. USD vuonna 2009. Tätä aiemmilta vuosilta tavararyhmää ei ole tilastoitu erikseen.

Kattilavoimalaitokset

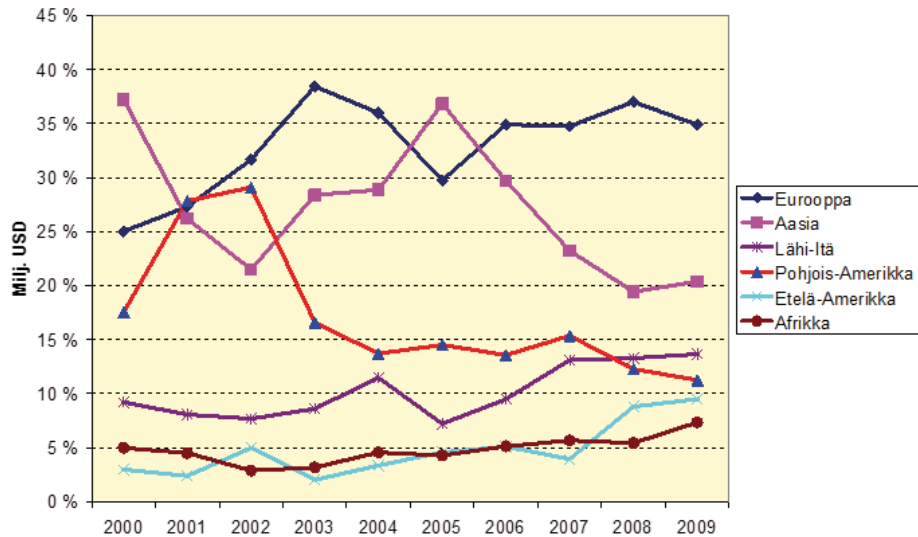
Kattilavoimalaitoksia tarkasteltaessa on otettava huomioon se, että niissä poltetaan sekä uusiutumattomia (hiili, maakaasu, polttoöljyt) että uusiutuvia polttoaineita ja kierrätyspolttoaineita. Voimalaitosvalmistajien uusien toimitusten analyysi kertoo lisää näiden välisen trendin kehityksestä tulevaisuudessa.

Kattilavoimalaitoksien isoin markkina-alue on Eurooppa, jossa komponenttien markkinat olivat huippuvuonna 2008 lähes 2 mrd. arvoiset. Myös Lähi-idän ja Etelä-Amerikan markkinat ovat olleet kasvussa. Maanosista Aasia on toiseksi suurin ja Pohjois-Amerikka kolmanneksi suurin markkina-alue. Niiden osuudet ovat olleet kuitenkin laskussa. Nämä trendit käyvät esille alla olevista kuvista 4.10 ja 4.11.

Kuva 4.10. Höyrykattiloiden ja niiden apulaitteiden tuontimarkkinat, milj. USD (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary))



Kuva 4.11. Maanosien osuudet höyrykattiloiden ja apulaitteiden tuonnista, % (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Kuva 4.12. OECD-maiden höyrykattiloiden ja apulaitteiden vienti ja viennin erikoistuminen. (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).

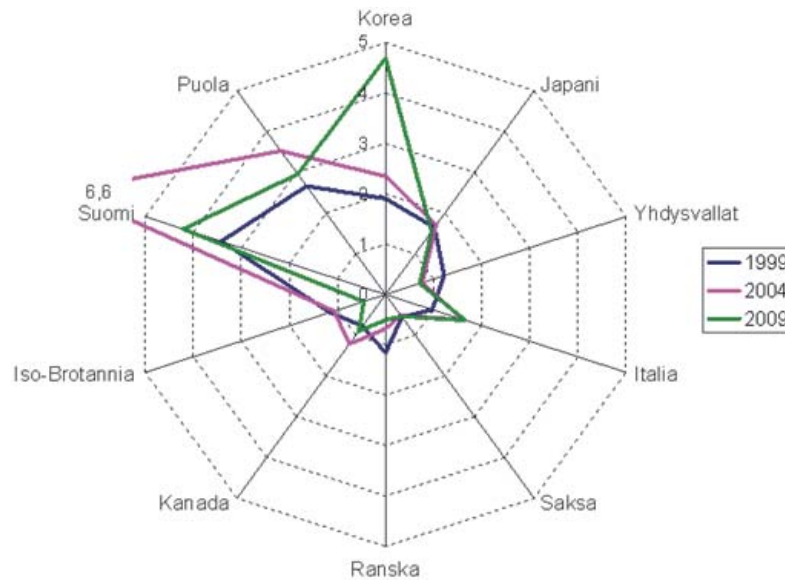
	1999		2004		2009	
	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD
Etelä-Korea	1,90	153	2,35	238	4,69	1 151
Slovakia	4,16	23	3,82	42	4,21	158
Suomi	3,42	80	6,63	161	4,21	178
Portugali	0,07	1	1,23	17	3,37	99
Viro	3,72	6	2,70	7	2,98	21
Puola	2,66	41	3,52	104	2,95	272
Tanska	2,48	68	3,08	92	2,86	179
Italia	0,97	128	1,61	227	1,66	456
Japani	1,64	385	1,70	384	1,55	606
Itävalta	0,78	27	1,00	44	1,24	110
Tšekki	1,56	23	1,56	41	1,04	77
Meksiko	0,46	36	0,28	21	1,03	160
Kanada	0,77	104	1,21	154	0,90	192
Turkki	0,80	12	0,72	18	0,83	57
Yhdysvallat	1,22	475	0,76	250	0,71	508
Saksa	0,55	167	0,52	188	0,54	409
Espanja	1,68	105	1,41	103	0,53	80
Belgia	0,63	64	0,49	60	0,52	130
Unkari	1,11	16	0,78	17	0,51	28
Ranska	1,16	196	0,68	112	0,50	158
Iso-Britannia	1,16	176	1,07	149	0,45	107
Taiwan	0,56	39	1,41	98	0,43	63
Slovenia	0,10	0	0,16	1	0,39	6

Ruotsi	0,39	18	0,40	19	0,33	30
Alankomaat	1,03	99	0,51	59	0,30	83
Irlanti	0,17	7	0,34	14	0,16	13
Uusi Seelanti	0,31	2	0,12	1	0,13	2
Australia	0,18	6	0,16	5	0,07	7
Luxemburg	0,08	0	0,17	1	0,06	1
Kreikka	0,03	0	0,19	1	0,06	1
Norja	0,19	5	0,03	1	0,03	2
Sveitsi	0,39	17	0,06	3	0,03	3
Hongkong	0,09	9	0,05	5	0,02	4
Islanti	0,00	0	0,01	0	0,02	0
Israel	0,66	10	0,01	0	0,01	0
Chile	0,04	0	0,01	0	0,00	0
Yhteensä		2 500		2 639		5 350
EU 15-Extra EU	1,83	832	1,61	874	0,78	2 031

Eri maiden markkinaosuuksia on tarkasteltu kuvassa 4.12 ns. RCA-indeksin perusteella. Esimerkiksi indeksiluku 2 kertoo, että kattilateknologian vienti maasta on kaksinkertainen verrattuna maan OECD-vientiosuuteen. Jos erikoistumisluvut ovat alle 1:n, maa ei ole erikoistunut kyseessä olevaan tuotteeseen. Erikoistumisluvut on laskettu vuosille 1999, 2004 ja 2009, jolloin niistä voi tehdä ainakin karkeita päätelmiä erikoistumisen kehityksestä ottaen tietysti huomioon, että maan vuotuisessa viennissä voi olla suuria heilahteluita riippuen kulloisistakin toimituksista.

Etelä-Koreasta on tullut erittäin merkittävä kattilanvalmistaja ja se nousi vuonna 2009 myös erikoistuneimmaksi valmistajaksi (Kuva 4.13). Suomi on kokonsa nähden suuri tämän alan teknologiavalmistaja ja myös kärkipäässä erikoistumisessa. Slovakia, Viro ja Puola ovat saaneet jalansijan teollisuudessa, koska perinteiset kattilanvalmistajat ovat siirtäneet valmistusta niihin. Merkillepantavaa on Portugalin ja Italian tuotannon ja erikoistumisen kasvu, toisaalta Espanja on menettänyt asemiaan. Potentiaalinen selitys Espanjan osalta on aurinkovoiman saamat runsaat tuet ja muidenkin uusiutuvien energiamuotojen suosiminen.

Kuva 4.13. Merkittävimpien höyrykattilateknologian viejien erikoistuminen(OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary).

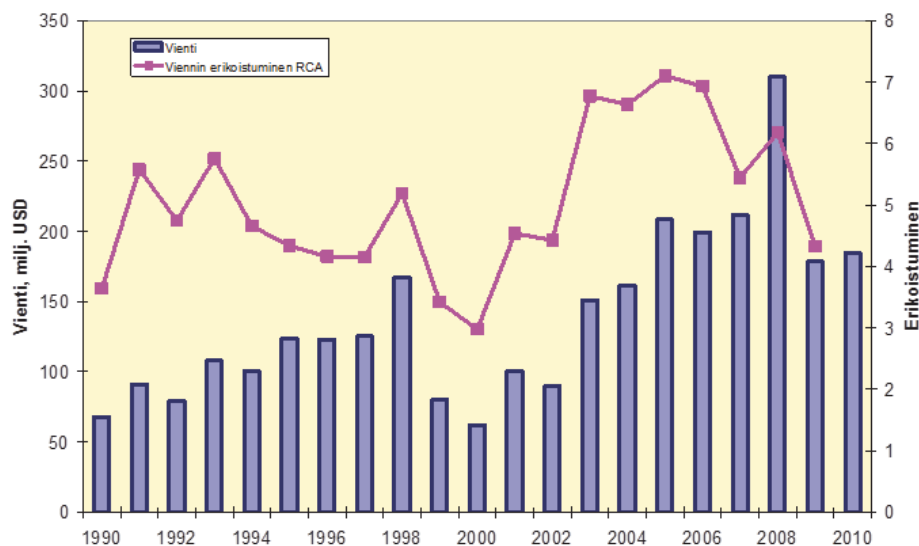


Suomen höyrykattilaviennin kehitys

Suomen kattilavientiä on tarkasteltu kuvassa 4.14. Lamakausia lukuun ottamatta vienti on ollut voimakkaassa kasvussa. Erikoistuminen on ollut hyvällä tasolla. Kysymysmerkki on, mitä vaikutuksia koetulla lamalla ja nykyisellä taantumalla on teollisuuteen.

Kansainvälisessä katsannossa olemme menettäneet markkinaosuukiamme esimerkiksi Itä-Euroopan nouseville talouksille. Tämän takana on meilläkin vaikuttaneiden yhtiöiden tuotannolliset investoinnit näihin maihin edullisempien tuotantokustannusten takia. Toisaalta teknologinen osaaminen on pysynyt tiukasti suomalaisten yksiköiden hallussa ja niiden hoitamien projektitoimitusten todellinen koko on huomattavasti suurempi kuin Suomen yksiköiden liikevaihto.

Kuva 4.14. Suomen höyrykattiloiden ja niiden apulaitteiden viennin ja erikoistumisen kehitys (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Tulevaisuustarkastelu 1: Uusissa toimituksissa biopolttoaineet yleistyvät

Kattilateollisuuden trendien selvittämiseksi analysoitiin kolmen keskeisen kattilanvalmistajan – Foster Wheelerin, Andritzin ja Metso Powerin – vuonna 2010 ja vuoden 2011 alkupuoliskolla voittamat projektit. Kaikilla näillä yrityksillä on keskeisiä yksiköitä ja osaaamista Suomessa.

Tarkastelun perusteella voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä:

- Biopolttoaineita käyttävät kattilat olivat tilauksissa lukumääräisesti huomattavasti yleisempiä kuin hiilikattilat. Erityisesti tämä pitää paikkansa Andritzin ja Metso Powerin tilauksissa.
- Useissa investoinneissa polttoaineina ovat jonkun metsäteollisuusyksikön tuottamat puun sivujakeet. Metsäteollisuudessa siirtymisellä biopolttoaineisiin on tehostettu laitoksen energiataloutta (polttoaine saadaan omasta takaa) ja vähennetty kasvihuonekaasupäästöjä, kun on siirrytty esimerkiksi hiilestä tai öljystä biomassaan.
- Puuperäisiä yleisesti käytettyjä polttoaineita ovat myös rakennusjätteet ja esimerkiksi kuormalavat. Myös yhdyskuntajätteiden polttaminen yleistyy. Jopa jätevedestä saatava liete on käyttökelpoista polttoainetta. Turvetta pidetään tukipolttoaineena alueilla, joissa sitä on saatavana ja säännökset sallivat.
- Hiiltä polttavia laitoksia toimitetaan erityisesti Aasiaan, mutta myös esimerkiksi Puolaan. Syynä tähän ovat mm. hiilen alhainen hinta energiasisältöön nähden. Suurempien hiilikattiloiden yksikkökoot ovat vielä huomattavasti suuremmat kuin biolaitosten. Biopolttoainekattilan koon määrää kustannustehokkaasti saatavilla oleva biopolttoainemäärä sekä lämpöä että sähköä tuottavissa CHP-laitoksissa (Combined Heat and Power) lisäksi myös tarvittavan lämmön tai prosessihöyryn määrä. ja sähköä tuottavissa CHP-laitoksissa sekä tarvittavan lämmön tai prosessihöyryn määrä. Tendenssinä on kuitenkin siirtyminen yhä suurempiin biomassaa poltaviin kattiloihin.
- Merkittävä osa toimitettavista hiililaitoksista käyttää sivupolttoaineena, esimerkiksi 20 %, biomassaa tai ne polttotekniikalla tai savukaasujen päästöjen vähentämistekniikoilla on tehty niin saasteettomaksi, että ne täyttävät sijaintimaidensa tulevat päästösäännöt.

- CHP-laitokset ovat varsin yleisiä Euroopassa ja teollisuuden yhteydessä, joissa on kysyntää kaukolämmölle sekä prosessihöyrylle. Lämpimissä maissa yhteistuotannon hyötyjä ei käytetä hyväksi ja tarvittavat kaukolämpöverkostokin puuttuvat. EU on asettamassa uusia velvoitteita CHP:n ja sitä myöden energiatehokkuuden edistämiseksi, mikä tulevaisuudessa lisää näiden laitosten kysyntää.

Kattiloiden ohessa ovat lisääntyneet esimerkiksi polttoaineiden kaasuttimien toimitukset. Lisäksi ovat lisääntyneet päästöjen vähentämiseen tai kemikaalien talteenottoon käytettyjen teknologioiden toimitukset.

Moottorivoimalaitokset

Moottorivoimalaitoksissa voimaa tuottavat dieselmoottorit, jotka käyttävät polttoaineina raskasta tai kevyttä polttoöljyä, tai maakaasumoottorit, jotka voivat olla joko diesel- tai ottomoottoreita. Moottorit perustuvat suurelta osin laivoja varten kehitettyihin ratkaisuihin.¹⁰ Moottorivoimalaitoksissa trendinä on ollut siirtyminen polttoöljykäyttöisistä voimaloista maakaasua käyttäviin voimaloihin, mikä on alen-
tanut niiden aiheuttamia päästöjä. Myös polttoöljyjen rikkipitoisuuksia on pyritty vähentämään.

Viimeisimpänä ovat tulossa rikkirajoitukset laivojen päästöihin, mikä pakottaa kehittämään moottoreiden palamisominaisuuksia ja rikin talteenottolaitteita, valmistamaan vähärikkisempiä polttoaineita sekä siirtymään laivoissa nesteytettyyn maakaasuun, LNG:hen (liquified natural gas).

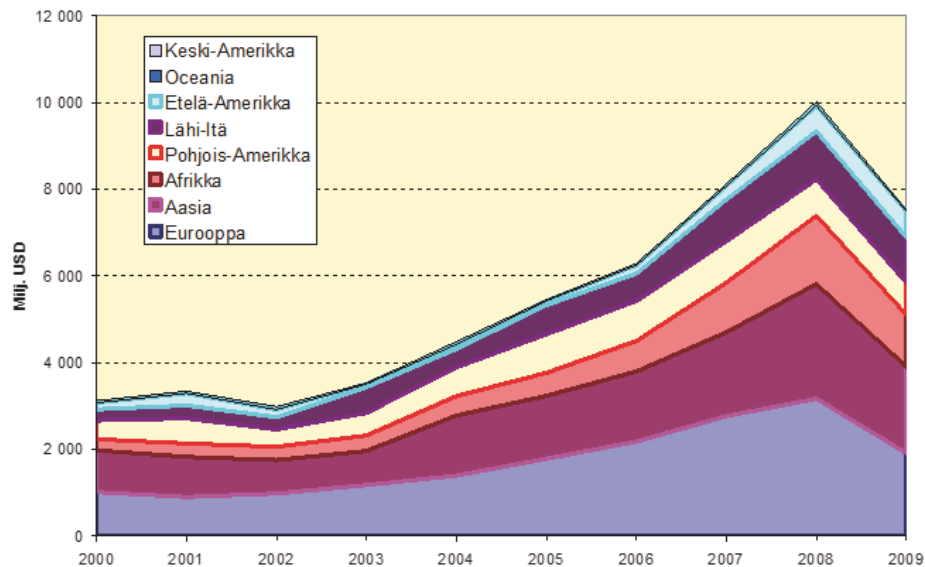
Moottorivoimalat soveltuvat myös yhteistuotantolaitoksiksi. Parhaiden moottoreiden hyötysuhde on 50 %. Pakokaasuun, jäähdytysveteen ja öljyyn sitoutuvaa lämpöä voidaan käyttää lämmön ja höyryn tuottamiseen sekä lämmitykseen ja siten kasvattaa laitoksen kokonaishyötysuhdetta.

Moottorivoimalaitokset on tässä otettu käsiteltäväksi kahdesta syystä. Ne voivat käyttää polttoaineina myös bioöljyjä ja esimerkiksi jätteistä syntyviä tai kaasuttamalla saatuja kaasuja. Näillä ratkaisuilla dieselmoottori- ja kaasumoottorivoimalaitokset edustavat uusiutuvaa energiaa. Käytännössä tällä tiellä ollaan vasta alussa, koska markkinoilla ei ole vielä yleisesti saatavissa olevia, standardoituja nestemäisiä biopolttoaineita, joilla olisi myös kilpailevia tuottajia. Wärtsilä on moottorivoimalaitostoimittajista ainoa, jolla merkittäviä kaupallisia referenssejä uusiutuviin polttoaineisiin perustuvien laitosten toimittajana, ks. myöhempi tarkastelu.

Moottorivoimalaitosten suurimmat markkinat ovat Aasiassa ja Euroopassa (Kuvat 4.15 ja 4.16). Euroopassa esimerkiksi Välimeren saaret ovat olleet tyypillisiä sijoituskohteita. Moottorivoimalaitokset soveltuvat myös nopeasti käynnistettäväksi varavoimaksi. Moottorivoimalat voidaan kokonsa puolesta sijoittaa tiiviisti rakennettuihin kaupunkeihin. Nopeasti teollistuvissa Aasian maissa teollisuuslaitokset ja mm. hotellit sekä sairaalat ovat turvanneet energiansaantiaan moottorivoimalaitoksilla välttääkseen sähkökatkoja tai ylipäätään saadakseen energiaa.

¹⁰ Sähkökäyttöihin perustuvat laivat muistuttavat voimalaitoksia, sillä niissä tuotetaan dieselmoottorin ja generaattorin yhdistelmällä sähköä, joka sitten pyörittää sähkömoottorien avulla potkureita.

Kuva 4.15. Dieselmoottori-generaattoriyhdistelmien tuontimarkkinat, milj. USD (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



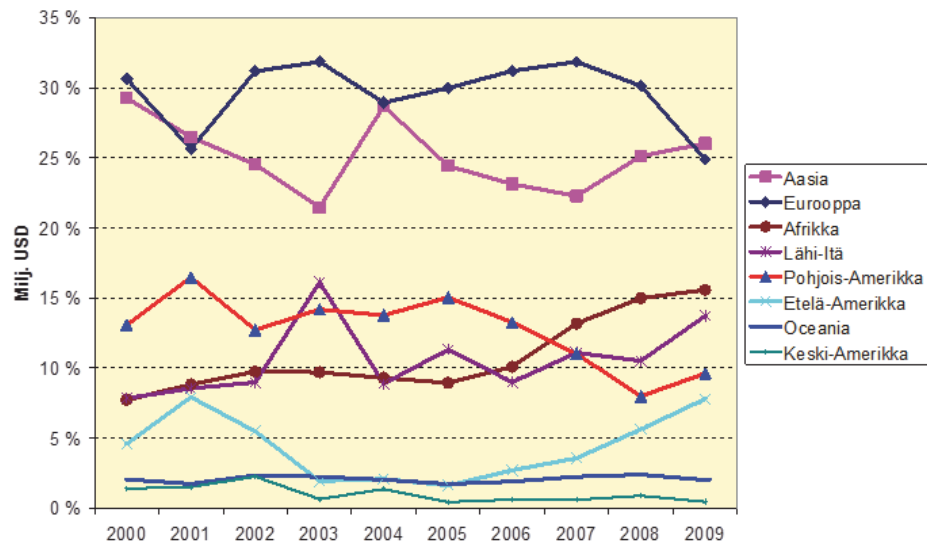
Suhteellisesti nopeimmin diesel- ja kaasumoottorivoimalaitosten markkinat ovat kasvaneet Afrikassa. Valtaosassa Afrikan maista ja alueista sähkön tarjonta ei ole stabiilia. Tämä on jopa este talouden kehitykselle. Suuret hiili- tai kaasuvoimalat eivät tule kysymykseen, koska laajoja verkkoja ei ole. Myös energian käytössä ja tuotannossa on valtavia vaihteluita, jolloin on vaikeaa ylläpitää sähköverkkoa ja sen tasapainoa. Tällaisissa oloissa dieselvoimalaitoksen katsotaan antavan joustavuutta ja tehokkuutta, mikä myös alentaa sillä tuotettavan energian suhteellista hintaa jäykkiin, suuriin voimalaitoksiin verrattuna.¹¹ Polttoöljyä Afrikassa on saatavissa ja se on tehokkaasti kuljetettavissa.

Pohjois- ja Keski-Amerikan moottorivoimalaitosten tuontimarkkinat ovat suhteellisesti supistuneet verrattuna muihin markkina-alueisiin.

Diesel- ja kaasumoottorivoimalaitos vientimarkkinoita hallitsevat Iso-Britannia, Yhdysvallat ja Japani (Kuva 4.17). Suomi kuuluu myös johtavien vientimaiden joukkoon ja se on Saksan ja Ranskan veroinen viejä. Seuraavana maana viejien kärjessä on Italia, jossa merkittävin valmistaja on Wärtsilä.

¹¹ MAN-yhtiön luonnehdinta Afrikan markkinoista. <http://mandieselturbo.com/1014822/Press/Press-Releases/Press-Releases/MAN-Diesel-and-Turbo-contributes-to-African-power-supplies.html>

Kuva 4.16. Maanosien osuudet dieselmoottori-generaattoriyhdistelmien tuonnista, % (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



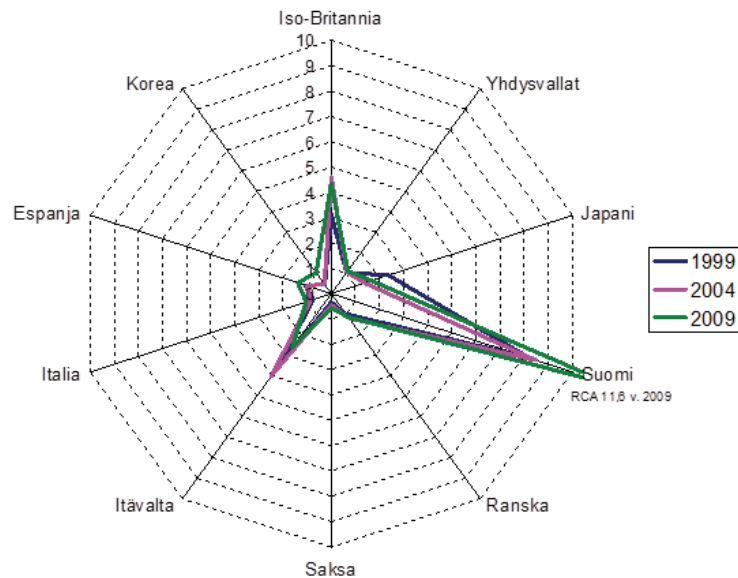
Erikoistumisindeksillä mitattuna Suomi on kymmenestä johtavasta maasta ylivoimaisesti erikoistunein valmistaja: RCA indeksi oli peräti 11,6 vuonna 2009 (Kuva 4.18). Myös Iso-Britannia ja Itävalta ovat erikoistuneita viejiä. Sen sijaan muista isoista vientimaista Yhdysvalloilla ja Ranskalla dieselvoimaloiden teknologian vienti vastaa maiden osuutta OECD-viennistä, Japani on jonkin verran erikoistunut ja Saksassa erikoistumisaste on selvästi alla maan osuuden OECD-viennistä.

Kuva 4.17. OECD-maiden dieselmoottori-generaattoriyhdistelmien vienti ja viennin erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).

Dieselgeneraattoriyhdistelmät	1999		2004		2009	
	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD
Iso-Britannia	3,12	664	4,61	1 171	4,33	1 436
Yhdysvallat	1,02	554	1,04	622	1,11	1 106
Japani	2,36	773	1,38	569	1,66	905
Suomi	8,25	271	8,47	376	11,63	688
Ranska	0,99	236	1,19	359	1,15	500
Saksa	0,34	143	0,45	302	0,57	606
Itävalta	3,55	174	4,02	325	2,59	320
Italia	0,75	139	0,87	223	1,05	400
Espanja	1,09	95	1,01	134	1,38	290
Korea	0,43	48	0,46	85	1,02	350
Hongkong	0,99	136	0,86	166	0,48	150
Belgia	0,29	41	0,64	143	0,40	138
Turkki	0,69	14	1,72	79	1,86	179
Alankomaat	0,24	33	0,29	62	0,34	131

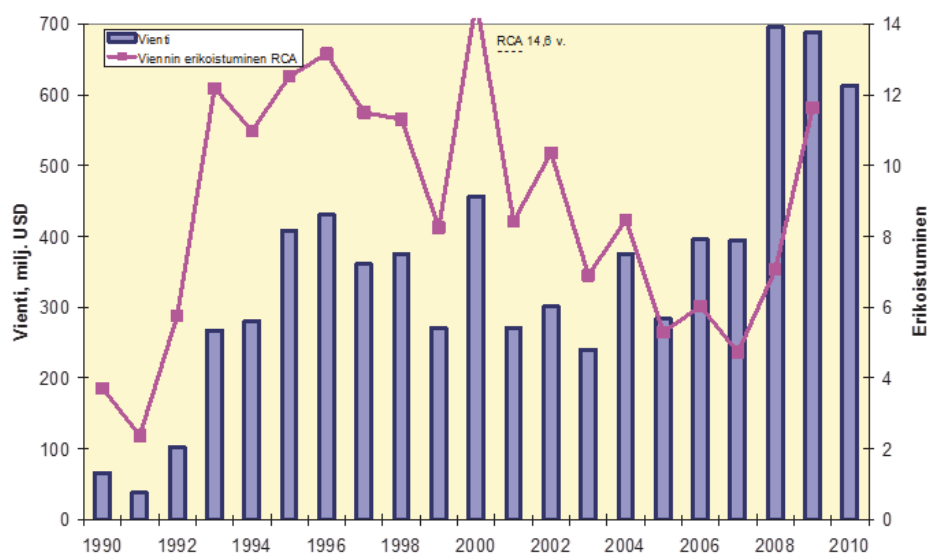
Kanada	0,18	33	0,22	51	0,23	69
Tanska	0,83	32	0,79	43	0,83	73
Norja	0,14	5	0,12	7	0,92	104
Australia	1,02	45	0,23	14	0,20	29
Meksiko	0,03	3	0,21	29	0,16	34
Ruotsi	0,52	34	0,12	11	0,06	7
Puola	0,26	6	0,09	5	0,29	37
Portugali	0,14	3	0,23	6	0,85	35
Tšekki	0,28	6	0,17	8	0,18	19
Chile	0,09	1	0,03	1	0,59	29
Taiwan	0,02	2	0,10	13	0,02	4
Sveitsi	0,04	3	0,05	4	0,02	3
Slovakia	0,09	1	0,16	3	0,10	5
Unkari	0,02	0	0,01	0	0,10	8
Kreikka	0,18	2	0,18	2	0,22	4
Slovenia	0,10	1	0,09	1	0,19	4
Uusi Seelanti	0,02	0	0,10	2	0,09	2
Irlanti	0,00	0	0,01	1	0,01	2
Viro	0,02	0	0,04	0	0,19	2
Israel	0,02	0	0,02	1	0,01	0
Luxembourg	0,03	0	0,02	0	0,06	1
Islanti	0,04	0	0,00	0	0,05	0
Yhteensä	1,00	3 497	1,00	4 818	1,00	7 670
EU 15	1,10	1 866	1,30	3 157	1,24	4 631

Kuva 4.18. Merkittävimpien moottorivoimalaitosten viejien erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)). Huom. sisältää diesel-, biodiesel- ja kaasumoottorivoimalaitokset.



Suomen moottorivoimalateknologian vienti oli suurimmillaan vuonna 2008, jolloin se oli lähes 700 miljoonaa USD (Kuva 4.19). Vuonna 2010 vienti oli laskenut runsaaseen 600 miljoonaan USD, eli menetykset viennissä olivat huomattavasti vähäisemmät kuin laman seurauksena teollisuudessa yleensä. Tämä johtui siitä, että vuoteen 2008 ulottuneelta pitkältä nousukaudelta oli perintönä hyvä tilauskanta, osaksi koska nousukaudella voimalaitosten toimitusajat venyivät kapasiteettipulan takia. Lama-aikana moottoreita on kyetty toimittamaan voimalaitoksille, kun sitä edeltävänä nousukautena toimitukset suuntautuivat telakoille kovan kysynnän ansiosta.

Kuva 4.19. Suomen moottorivoimalateknologian viennin kehitys (OECD:n ulko-
maankauppatilasto (OECD iLibrary)).

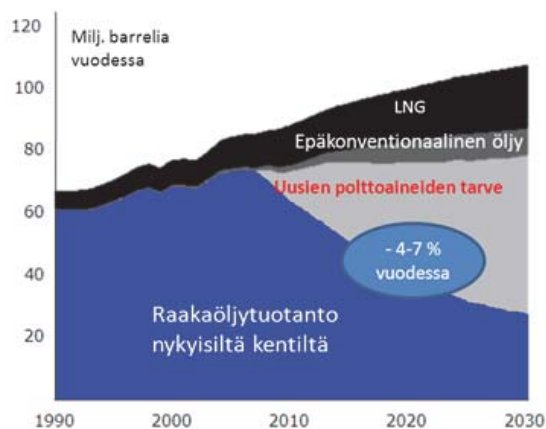


Tulevaisuustarkastelu 2: Bioöljyt dieselvoimaloiden polttoaineeksi

Bioöljyt ovat moottorivoimaloiden valmistajille valtava tulevaisuuden mahdollisuus. Toistaiseksi laajamittaisempia kaupallisia referenssitoimituksia on vain Wärtsilällä, mutta myös muut valmistajat, esimerkiksi MAN, ovat toimittaneet bioöljyllä käyviä laitoksia.

Wärtsilä on toimittanut bioöljyä polttoaineena käyttäviä laitoksia yhteensä yli 800 MWe. Avainasiakkaina ovat olleet italialaiset energiayhtiöt (ItalGreenEnergy ja Italian Setramar Group). Italian bioöljyvoimalaitoksista Wärtsilällä on 95 % osuus. Myös Saksaan ja Belgiaan on toimitettu bioöljylaitoksia. VTT on ollut Wärtsilän kumppanina kehittämässä moottorivoimaloille sopivia biopolttoaineita.

Sinänsä bioöljyt dieselmoottoreiden polttoaineina ei ole mikään uusi innovaatio, vaan niitä on käytetty ajoittain moottoreiden alkuajoista alkaen. Fossiiliset öljyt ovat olleet edullisempia, ja niitä on ollut runsaasti saatavilla, jolloin bioöljyjä ei ole tarvinnut käyttää. Nyt ympäristöpaineet ovat kasvaneet ja myös raakaöljyn saatavuus ilmeisimmin vaikeutuu ja hinnat nousevat, mikä lisää kysyntää bioöljyihin.



Siirtymä on kuitenkin vaikea, koska ainoat kaupallisesti laajassa mitassa saatavat öljyt ovat olleet palmuöljy ja lupaavana erittäin öljypitoisista jatrophan siemenistä valmistettu öljy. Nykyisen kasvipohjaisen tuotannon ongelmana on se, että öljykasvit vievät maata elintarviketuotannolta tai luonnonvaraisilta monimuotoisilta metsiltä ja köyhdyttävät maaperää. Myös elintarviketeollisuuden ja ravintoloiden jäteöljyistä puhdistetaan polttoöljyä. Näiden rinnalla on kehitetty öljyjä, joita tislataan muista elintarvikejätteistä ja suoraan eläimistä kuten kaloista.

Suomen ja monen muunkin maan, jossa metsien kasvu ylittää niiden käytön, mahdollisuutena ovat ns. toisen sukupolven bioöljyt, joita voidaan jalostaa puubiomassoista. Kaikki kolme kotimaista metsäteollisuusryhmää, Stora-Enso, UPM ja Metsäliitto yhdessä Metson, Neste Oilin ja VTT:n kanssa ovat kehittämässä omia tuotantoketjuja, joissa metsäteollisuuden suurten laitosten yhteydessä tuotettaisiin raaka-ainetta bioöljyjen jalostukseen. Ryhmittymät ovat jättäneet tukihakemukset EU:lle täysimittaisen 500 - 600 miljoonaa euroa maksavien tuotantolaitosten rakentamiseksi. EU tekee tukipäätökset vuoden 2012 kuluessa.

Mielenkiintoinen teknologiatrajektori on Honeywell:n ja Ensyn kehittämät pyrolyysiöljylaitokset, joita on jo toimitettu 7 Kanadaan ja Yhdysvaltoihin sekä yksi Ruotsiin. Suomen Honeywell Oy on globaalissa vastuussa Honeywellin bioenergialiiketoiminnasta ja myös pyrolyysilaitoksista. Laitokset käyttävät raaka-aineena purua, haketta ja muuta metsätähdettä ja olkea. Pyrolyysilaitokset ovat huomattavasti pienimittakaavaisempia kuin metsäteollisuuden suunnittelemaat laitokset ja sopisivat hajautettuun tuotantoon käyttäen hyväksi pienempiä paikallisia biomassoja.

Äskettäin perustettu Green Fuel Nordic Oy ryhtyy tekemään bioöljyä metsäbiomassasta Honeywellin ja Ensyn teknologialla. Hankkeen takana on pääomasijoittajia ja sen toimitusjohtajaksi siirtyi Honeywellin Suomen toimitusjohtaja Timo Saarelainen. Yrityksen suunnitelmissa on rakentaa lähivuosina useita biojalostamoita etenkin Itä- ja Keski-Suomeen. Ensimmäinen laitos valmistuu jo vuonna 2013.

Bioöljyjä voidaan moottorivoimalaitosten lisäksi käyttää myös kattilalaitoksissa. Sellaisenaan ne ovat käytettävissä sähkön ja lämmön tuotantoon. Seuraava kehitysvaihe ovat liikennepolttoaineet. Metso ja Fortum Power and Heat ovat vastikään allekirjoittaneet sopimuksen bioöljyn tuotantolaitoksen ja automaatiojärjestelmän toimituksesta Fortumin voimalaitokselle Joensuuhun. Kysymyksessä on demonstraatiolaitos, jossa metsähakkeesta ja muusta puubiomassasta valmistetaan bioöljyä. Laitoksessa valmistettavaa bioöljyä voidaan käyttää raskaan polttoöljyn sijasta, ja tulevaisuudessa se voi olla kemianteollisuuden ja biodieselin raaka-ainetta. Laitoksen nimellinen teho on 30 MW öljyntuotantoa, ja sen suunnit-

teltu vuosituotanto on 50 000 tonnia. Metso on VTT:n perustutkimukseen ja patentteihin perustuen kehittänyt pyrolyysiteknologiaa yhteistyössä Fortumin ja UPM:n kanssa vuodesta 2007 lähtien. Vertailun vuoksi mainittakoon, että Suomessa myytiin raskasta polttoöljyä 886 000 tonnia vuonna 2010. Pyrolyysiöljyksi muutettuna tämä vastaa 1 772 000 tonnia.

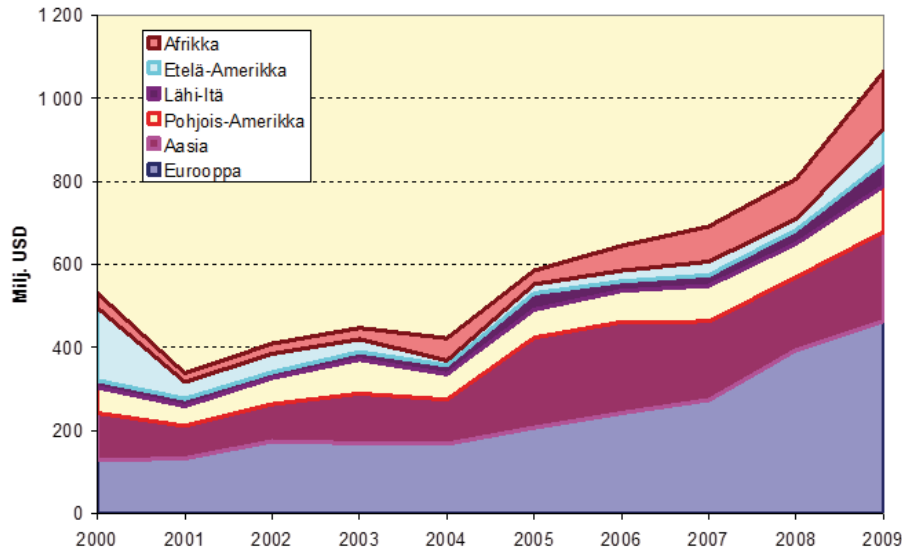
Suomen metsien hakkuusäästöt, metsäteollisuuden kuori-, hake- ja purujätteet sekä metsätähteet mahdollistaisivat biopolttoaineiden merkittävän viennin. Toisaalta Suomen 20 % biopolttoaineiden tavoite vuoteen 2020 mennessä on niin haasteellinen, että vientimahdollisuudet ovat edessä vasta, kun Suomeen on rakennettu useita uusia biojalostamoita, kuten nyt NER-rahoitushakemusten piirissä olevat laitokset.

Vesivoimalaitokset

Vesivoimaloiden teknologian markkinat ovat suhteellisen vaatimattomat. OECD-maiden yhteenlaskettu tuonti muista maista oli runsaat miljardi USD. Selvästi suurin markkina-alue oli Eurooppa, jonka osuus OECD-maiden yhteenlasketusta tuonnista on kasvanut yli 40 prosenttiin. Etelä-Amerikan osuus puolestaan on voimakkaasti laskenut (Kuvat 4.20 ja 4.21).

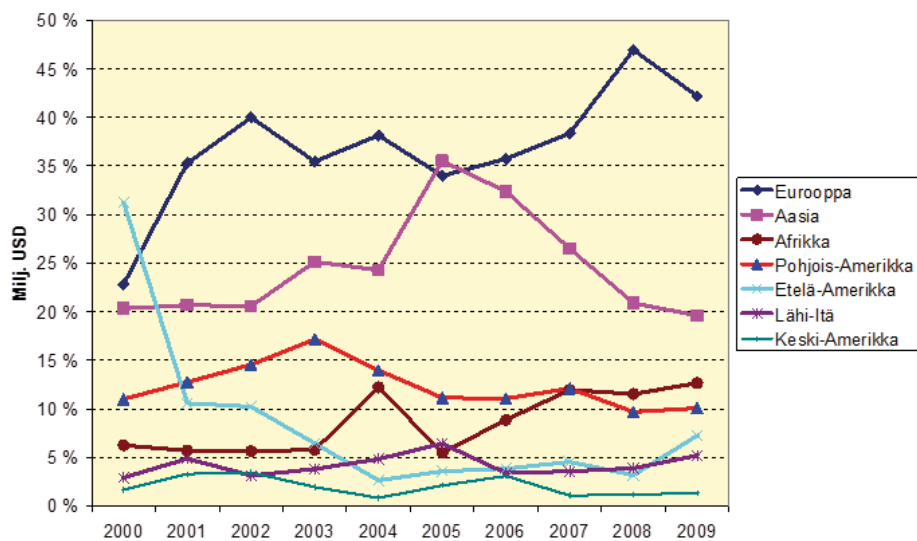
Kaiken kaikkiaan vesivoimalaitosten uudisrakentamisen aikakausi näyttää olevan ohitse joitakin projekteja lukuun ottamatta. Asutusta lähellä olevia vesistöjä ei enää juuri ole valjastettavissa, kun luonnonsuojelliset intressit ovat voimistuneet. Teknologian markkinoita ylläpitää voimaloiden uudistaminen ja siinä yhteydessä tehtävät tehojen korotukset ja automatisoinnit. Voimalaitostekniikan kehittyminen mahdollistaa kuitenkin ns. pienvesivoiman laajenevan käyttöönoton, kun yhä pienemmät virtaamat ja matalammat putouskorkeudet saadaan hyödynnettyä sähkön tuotantoon. Kasvava segmentti on myös pumpaten täytettävät säätövoima-altaat ja niihin liittyvä voimantuotanto, eli ns. pumppuvoimalaitokset. Vesialtaat täytetään, kun sähkön markkinahinta on alhainen esimerkiksi yöaikaan ja puretaan vesivoimalassa takaisin sähköksi esimerkiksi päiväaikana, kun sähkön kulutus ja markkinahinta ovat korkeimmillaan.

Kuva 4.20 Hydraulisten turbiinien, vesipyörien ja niiden osien tuontimarkkinat, milj. USD (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary).



Vesivoimarakentamisessa on otettava huomioon se, että monissa kohteissa on samalla rakennettava patoaltaita riittävien putouskorkeuksien aikaansaamiseksi sekä sade- ja tulvavesien varastoimiseksi ja sähkön tuottamiseksi niistä pidemmällä tuotantokaudella. Patoaltailla ja keinotekoisilla täyttöaltailla tuotetaan myös sääto-energiaa. Altain ja patojen rakentaminen tekevät vesivoimaprojekteista arvoltaan huomattavasti suurempia kuin mitä ovat pelkät teknologiatoimitukset.

Kuva 4.21. Maanosien osuudet hydroturbiinien, vesipyörien ja niiden osien tuonnista, % (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary).



Vesivoimateknologian suurimmat OECD-vientimaat ovat Euroopasta: Saksa, Italia, Itävalta, Ranska Espanja ja Slovenia. Kaikissa näissä maissa vesivoimalle on historiassa ollut hyviä rakennuskohteita, mikä on ylläpitänyt myös kunnossapidon markkinoita. Erikoistuneimpia maita ovat Itävalta ja Sveitsi sekä Slovenia, johon edullisempien tuotantokustannusten takia on siirretty tuotantoa (Kuvat 4.22 – 4.24). Vesivoimateknologian maailmanmarkkinoita kokonaisuudessa arvioitaessa olisi oltava käytössä tiedot myös esimerkiksi Venäjän, Kiinan ja Brasilian omasta teknologiatuotannosta.

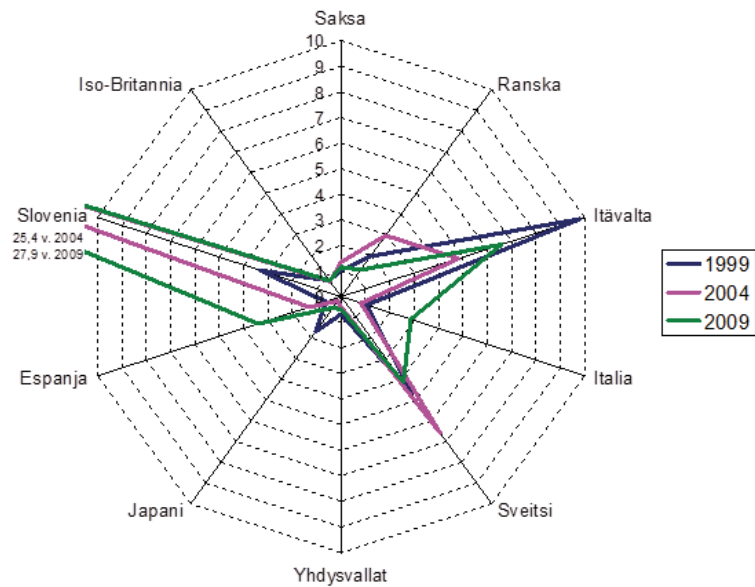
Merkittävin vesivoimateknologian toimittaja Suomessa on Andritz Hydro Oy. Sen omistaja konepajayhtiö Andritz AG on yksi maailman johtavista vesivoimaloiden tuottajista. Aiempi omistaja oli GE Energy Finland Oy ja sitä aiemmin yhtiö toimi itsenäisenä Oy Tamturbine Ab:nä. Andritz Hydron lisäksi Suomessa muutama pienempi voimalaitosvalmistaja, jotka keskittyvät pienvesivoimalaitosten rakentamiseen ja niiden teknologiatöihin. Vienti Suomesta on ollut viimeisen kymmenen vuoden aikana useimpana vuosina alle 10 miljoonaa euroa.

Kuva 4.22. OECD-maiden hydroturbiinien, vesipyörien ja niiden osien vienti ja viennin erikoistuminen OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary).

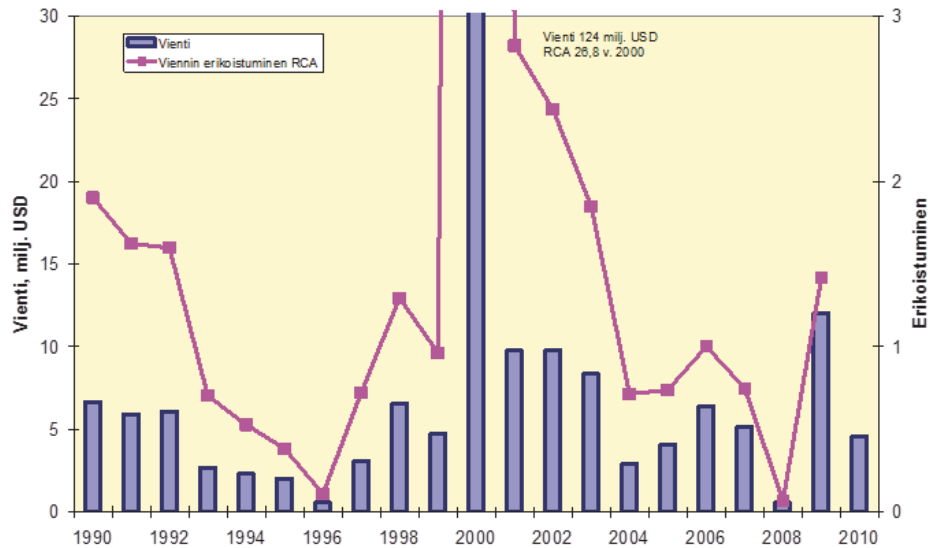
	1999		2004		2009	
	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD
Saksa	1,02	65	1,35	82	1,15	175
Ranska	1,94	69	2,95	81	1,29	80
Itävalta	9,80	72	4,82	35	6,58	116
Italia	1,06	29	0,82	19	2,86	156
Sveitsi	4,67	44	6,58	51	4,13	96
Yhdysvallat	0,69	56	0,40	22	0,50	71
Japani	1,68	82	0,22	8	0,54	42
Espanja	0,63	8	1,32	16	3,41	102
Slovenia	3,32	3	25,38	27	27,94	84
Iso-Britannia	0,77	25	0,74	17	0,77	37
Tšekki	3,11	10	2,84	12	2,18	32
Kanada	0,25	7	0,84	18	0,58	25
Belgia	0,06	1	0,75	15	0,56	28
Norja	2,68	14	1,33	7	0,07	1
Suomi	0,96	5	0,71	3	1,42	12
Ruotsi	1,22	12	0,15	1	0,31	6
Meksiko	0,32	5	0,32	4	0,17	5
Korea	0,20	3	0,02	0	0,19	9
Australia	0,53	4	0,97	6	0,17	3
Israel	0,26	1	1,34	3	0,39	2
Tanska	0,51	3	0,41	2	0,04	0
Turkki	0,05	0	0,24	1	0,30	4
Portugali	0,18	1	0,39	1	0,31	2
Slovakia	0,17	0	0,64	1	0,24	2
Taiwan	0,06	1	0,19	2	0,00	0
Puola	0,12	0	0,08	0	0,11	2
Alankomaat	0,01	0	0,08	1	0,01	1

Hongkong	0,03	1	0,03	1	0,01	1
Viro	0,02	0	0,12	0	0,84	1
Uusi Seelanti	0,41	1	0,36	0	0,01	0
Unkari	0,28	1	0,01	0	0,00	0
Irlanti	0,05	0	0,01	0	0,01	0
Luxembourg	0,03	0	0,23	0	0,03	0
Chile	0,00	0	0,00	0	0,02	0
Kreikka	0,00	0	0,00	0	0,01	0
Islanti	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Yhteensä	1,00	524	1,00	439	1,00	1098
EU 15	1,14	290	1,24	275	1,34	716

Kuva 4.23. Merkittävimpien vesivoimalaitosteknologian viejien erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



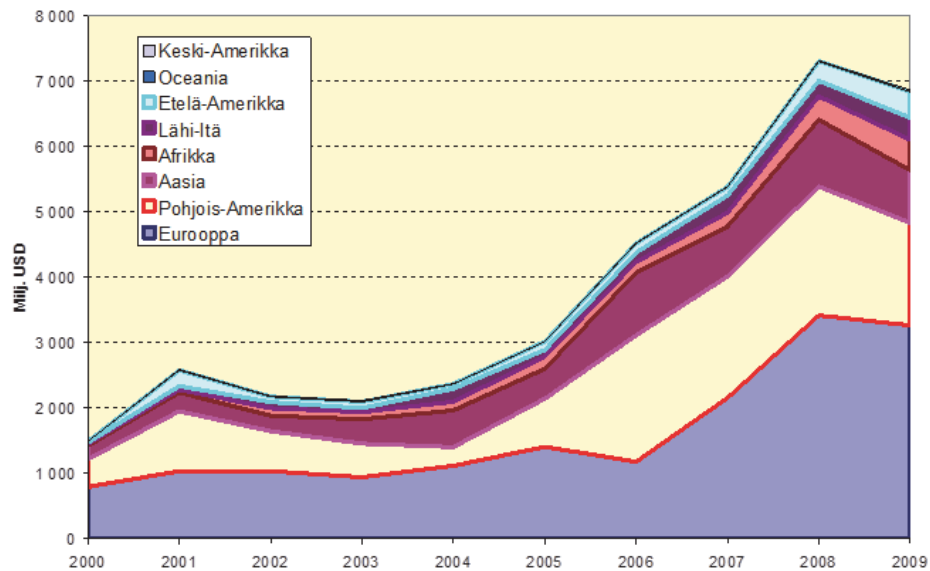
Kuva 4.24. Suomen hydraulisten turbiinien, vesipyörien ja osien viennin kehitys ja erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Tuulivoimalaitokset

Tuulivoimalaitosten markkinoiden tarkastelu ulkomaankauppatilastojen avulla jää puutteelliseksi, koska tuulivoimageneraattoriyhdistelmät muodostavat vain osan voimaloiden teknologiasta, vaikka ovat toki keskeinen osa sitä. Lisäksi tuulivoimalla käyviä generaattoriyhdistelmiä on omana ryhmänään OECD:n ulkomaankauppatilastoissa tarkasteltu vasta vuodesta 2007 lähtien. Alla olevat pitkän tarkasteluajan kuviot 4.25 ja 4.26 kattavat tuulivoimageneraattoreiden lisäksi turbogeneraattoreita ja muita generaattoreita kuin yleisissä voimalaitostyypeissä (kattila- ja ydinvoimalat, vesivoimalaitokset sekä turbiini- ja moottorivoimalat) käytettäviä generaattoreita. Vuodesta 2007 lähtien tehty yksityiskohtaisempi tilastointi osoittaa, että tuulivoimageneraattorien osuus on tarkastellusta tavararyhmästä runsaat puolet, joten kuvioiden sanoma on suuntaa-antava.

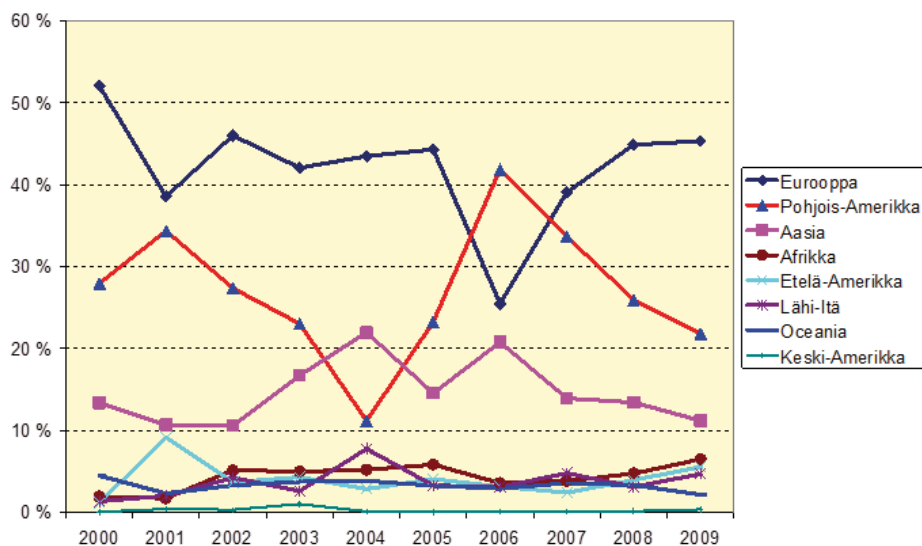
Kuva 4.25. Tuulivoima- ja muiden erikoisgeneraattoriyhdistelmien tuontimarkkinat, milj. USD (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Eurooppa on ollut perinteisesti suurin tuontimarkkina. Euroopan merkitystä kasvattaa sekin, että merkittävät tuuligeneraattoreiden valmistajamaat ovat myös johtavien tuulivoimaan investoivien maiden joukossa. Osa generaattoriyhdistelmistä myydään omille kotimarkkinoille, eivätkä ne näy vientinä. Tanskassa sähköstä tuotetaan tuulivoimalla noin 25 %, Espanjassa 15 % ja Saksassa 8 %. Sama johtasema käy selvästi ilmi myös, kun tarkastellaan investointeja asukaslukuun verrattuna ja pinta-alaa kohti.

Installoidussa kapasiteetissa Yhdysvallat ja varsinkin Kiina ovat kasvattaneet merkittävästi osuuksiaan. Tuulivoimageneraattoriyhdistelmien ja muiden erikoisgeneraattoreiden tuontilukujen valossa niiden osuudet eivät kuitenkaan näytä kasvaneen. Näin ollen kasvava kysyntä on tyydytetty kotimaisella tuotannolla ja tuonnilla OECD:n ulkopuolisista, uusista valmistajamaista.

Kuva 4.26. Maanosien osuudet tuulivoima- ja muiden erikoisgeneraattoriyhdistelmien tuonnista, % (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



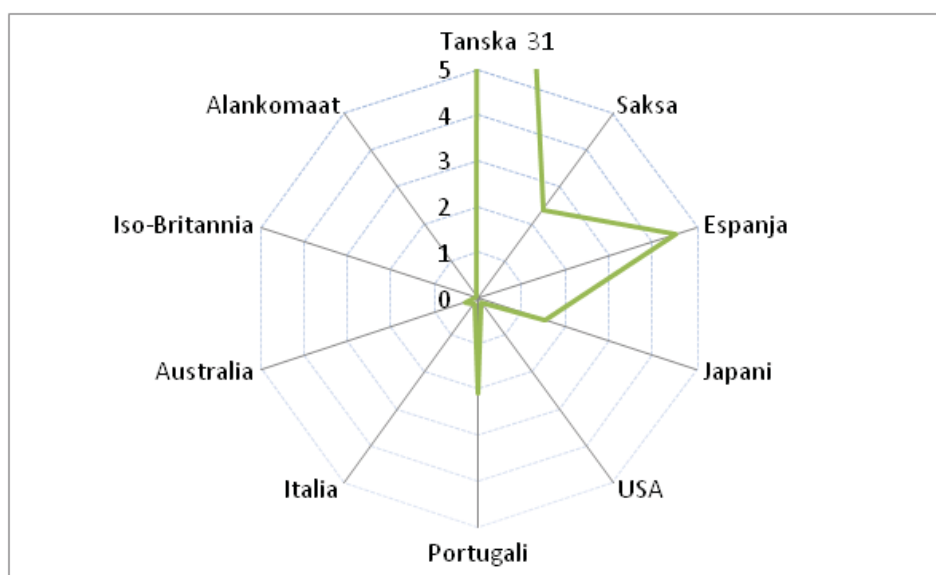
Seuraavassa tarkastellaan pelkästään tuulivoiman tuotantoa varten tehtyjen generaattoriyhdistelmien vientiä käyttäen hyväksi tarkempaa tilastoluokitusta vuodesta 2007 lähtien (Kuvat 4.27 ja 4.28). Tanskan erikoistuminen tuuligeneraattoriyhdistelmien vientiin on ylivoimainen. Maan osuus OECD:n kokonaisviennistä on 30-kerertainen verrattuna maan kokonaisvientiosuuteen. Vienti ylittää vuosittain miljardi Yhdysvaltain dollaria. Määrältään vienti on jopa suurempaa kuin Saksan. Espanjan tuotanto ja vienti ovat kasvaneet nopeasti ja maasta on tullut toiseksi erikoistunein viejä. Euroopan ulkopuolisista maista Japani on voimakkaasti mukana vientimarkkinoilla. Kiina ja Intia eivät kuulu OECD:n ulkomaankaupan tilastoinnin piiriin.

Kuva 3.27. OECD-maiden tuuligeneraattoriyhdistelmien vienti ja viennin erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).

	2007 Milj. USD	2008 Milj. USD	2009 Milj. USD	2010 Milj. USD	2007–2009 Milj. USD	Vienti- ylijäämä	2007–2009 RCA
Tanska	1 794	1 186	1 082	1 568	4 062	+	30,8
Saksa	969	2 004	935	1 212	3 908	+	2,4
Espanja	198	479	743	..	1 419	+	4,5
Japani	354	469	481	6	1 303	+	1,5
USA	14,2	22,1	117,0	322,2	153		0,1
Portugali	0,0	121,7	7,8	26,9	129		2,1
Italia	44,5	24,0	26,0	62,0	94		0,2
Australia	37,3	20,2	3,9	1,0	61		0,3
Iso-Britannia	15,2	11,7	16,1	5,8	43		0,1
Alankomaat	15,8	15,1	4,8	7,8	36		0,1
Kreikka	5,1	16,6	12,0	3,2	34		1,2

Kanada	2,5	3,6	16,0	12,6	22		0,0
Ranska	4,4	2,5	5,0	21,0	12		0,0
Suomi	0,4	1,1	9,2	2,0	11	+	0,1
Itävalta	1,4	4,0	2,4	3,4	8		0,0
Viro	2,1	1,0	4,4	2,4	7	+	0,5
Korea	0,2	3,0	1,6	..	5		0,0
Tšekki	2,2	0,3	0,3	0,6	3	+	0,0
Belgia	0,7	1,7	0,0	235	2		0,0
Irlanti	0,0	0,0	2,4	0,4	2		0,0
Ruotsi	0,9	0,6	0,3	0,4	2		0,0
Turkki	0,1	0,5	0,7	0,0	1		0,0
Meksiko	0,0	0,9	0,1	0,0	1		0,0
Uusi Seelanti	0,3	0,2	0,2	0,1	1		0,0
Slovenia	0,0	0,0	0,3	0,2	0	+	0,0
Sveitsi	0,0	0,1	0,1	0,1	0		0,0
Puola	0,1	0,0	0,0	..	0		0,0
Luxemburg	0,0	0,1	0,0	0,0	0		0,0
Norja	0,0	0,0	0,0	0,0	0		0,0
Israel	0,0	0,0	0,0	0,0	0		0,0
Slovakia	0,0	0,0	0,0	0,0	0		0,0
Chile	0,0	0,0	0,0	..	0		0,0
Unkari	0,0	0,0	0,0	0,2	0		0,0
Islanti	0,0	0,0	0,0	0,0	0		0,0
Yhteensä	3 462	4 389	3 471	3 493	11 322		1,0
EU 15	3 036	3 857	2 830	3 124	9 723	+	1,7

Kuva 4.28. Merkittävimpien tuulivoimageneraattoriyhdistelmien viejien erikoistuminen vuosina 2007–2009 (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Tulevaisuustarkastelu 3: Suomen asema tuulivoimateknologiassa

Tuulivoiman markkinoiden tarkastelu tuulivoimaa käyttävien generaattoriyhdistelmien viennin avulla ei tee oikeutta Suomelle. Tässä tarkastelussa lopputuotteiden valmistajat dominoivat. Toisaalta varsinkin aiempina vuosina Suomesta vietiin tuulivoimavalmistajille runsaasti generaattoreita, jotka itse asiassa päätyivät osaksi tuuligeneraattoriyhdistelmiä. Tuuligeneraattorien volyymien kasvaessa niistä tuli kuitenkin skaalatuotteita, mikä painoi hintoja alas. Niinpä ABB keskittyi Suomessa arvokkaampien generaattoreiden tuotantoon ja siirsi tuulivoimavalmistajille vietävän generaattorituotannon Viroon perustelulle tehtaalle, joka pystyy hyödyntämään alhaisempia työvoimakustannuksia.

Kokonaisuutena tarkastellen Suomea voidaan kuitenkin pitää erikoistuneena tuulivoimaloiden komponenttien valmistajana. Erityisen suuria markkinaosuudet ovat olleet tuulivoimavaihteissa. Huippuvuonna 2008 Moventaksen tuulivoimavaihteiden tuotanto ylitti 230 miljoonaa euroa. Marraskuussa 2011 Moventas Wind Oy ja teollisuusvaihteita valmistava Santasalo Oy päätyivät yrityskaupalla osaksi David Brown Gear Systemsiä, josta Moventas-yhtiöiden oston jälkeen tulee yksi maailman suurimmista tuulivoimavaihteiden valmistusyhtiöistä.

Toinen kasvava alue ovat taajuusmuuttajat ja invertterit, joita käytetään voimaloiden ohjausjärjestelmissä ja voimaloiden yhdistämisessä sähköverkkoon. Niitä valmistavalla Vaconilla on noin 10 % markkinaosuus tuotesegmenteillään. Myös ABB:n vastaavia tuotteita myydään tuulivoimaloihin.

Tuulivoimatuottajien yhdistys arvioi Suomen osuudeksi maailman tuulivoimamarkkinoista noin 3 prosenttia. Kun Suomen osuus OECD-viennistä oli 0,77 % vuonna 2009, olisi erikoistumisasteemme näin ollen RCA-indeksillä mitattuna peräti nelinkertainen verrattuna osuutemme OECD:n kokonaisviennistä.

Erikoistuminen komponenttien valmistukseen ilmenee myös tuulivoima-alan työvoimassa. Peräti 95 prosenttia työvoimasta on joko komponenttivalmistajien tai lopputuotevalmistajien palveluksessa. EU:n 27 jäsenmaan tuulivoimaan keskittyneestä henkilöstä vastaava osuus on 59 %. Erilaiset palvelut, kuten projektien kehitystehtävät, omistus ja rahoituspalvelut, projektointi ja rakentaminen sekä operointi ja ylläpito työllistävät Suomessa vain 4,5 % henkilöstöstä ja EU:ssa keskimäärin 40 %.

Kokonaisten tuulivoimalaitosten valmistus alkoi Suomessa suhteellisen myöhään samoin kuin kokonaisten tuulipuistojen toimitukset. Tähän on useita syitä. Erityisesti kehitystä on estänyt se, että kotimarkkinoita ei ole käytännössä ollut. Suomi on tuulivoimainvestointien ja -käytön kehitysmaa. Kun Euroopassa tuulivoiman osuus on runsaat 5 % sähkön käytöstä, on vastaava osuus Suomessa vain 0,5 %. Tuulivoimalatekniikan kehittäminen ja valmistamisen vaatii myös suhteellisen suuria pääomia, mikä on ollut merkittävä hidaste kehityksessä varsinkin kun toiminta on ollut aloittelevien yritysten käsissä, eivätkä pääomasijoitusmarkkinat ole kovin kehittyneet. Kehitys olisi ollut huomattavasti nopeampaa, jos joku tai jotkut merkittävistä konepajayhtiöistä olisivat investoineet alalle. Tästä huolimatta maahan on syntynyt kaksi voimalaitostoimittajaa. The Switch ja WinWinD -konsernien tuulivoimalatuotannon arvo on noin 200 miljoonaa euroa vuodessa.

Jos Suomi pystyy säilyttämään markkinaosuutensa, 3%, voimakkaasti kasvavilla tuulivoimamarkkinoilla, voisi alan viennin arvo kasvaa noin 3 miljardiin euroon vuonna 2020 alan oman arvion mukaan (Tuulivoima 2011 -seminaari). Nykyisin kokonaistyöllisyyden arvioidaan olevan noin 3 000 henkilötyövuotta. Markkinaosuuden säilyttämistavoite merkitsisi työllisyyden nousua peräti 13 000 henkilöön.

Tuulivoiman markkinat kasvat edelleen nopeasti myös Euroopassa. EU:n tavoite on katkaa 12–14 % sähkönkulutuksesta tuulivoimalla vuoteen 2020. Tavoitteen saavuttaminen merkitsee 9 prosentin vuotuista kapasiteetin lisäystä vuoteen 2020 saakka. Suomessa kehityksen pitäisi jälkeenjääneisyytemme takia olla tätäkin nopeampaa.

Teollisuuden kehittymisen kannalta olisi tärkeää saada kotimaiset investointiprojektit käyntiin. Suomessa on kehitteillä noin 300 tuulivoimalahanketta. Nykyinen syöttötarifit

fitaso vaatisi hankkeissa kustannusten karsimista. Haasteina ovat myös kaavoituskysymykset ja lupakäytäntöjen alueelliset eroavaisuudet, mistä syystä hankkeet usein venyvät. Naapuruston suhtautuminen uusiin tuulivoimaloihin on ollut kriittistä ja ne ovatkin kohdanneet melko voimakasta vastustusta. Sosiaalisten vaikutusten arviointi (Kohl & Sairinen 2004, Sairinen et al. 2010) ja naapuruston tietämyksen ja osallistumisen hyödyntäminen nimenomaan hyväksyttävyyden näkökulmasta ovat olleet hankeselvityksissä puutteellisia. Uusia säännöksiä on valmisteilla haittojen minimoimiseksi (haitat linnuille, tutkien häiriöiden ja lentoesteiden minimointi, teiden suojaetäisyydet). Esimerkiksi tuulivoimaloiden vaikutuksista Puolustusvoimien järjestelmiin on hiljattain valmistunut tutkimus: Tuulivoimaloiden vaikutus valvontasensoreihin (2011).

Teknologian kehittämiseksi ala yhteistoimin ja julkisen vallan tuella aikoo investoida Mega Centre Planning projektiin. Tavoitteena on, että Mega Centeristä tulee johtava tulevaisuuden tuuliturbiiniteknologioiden kehityksen keskus. Mega Centerissä myös testataan uusia tuuliturbiineja ja sertifioidaan niitä, mikä oleellisesti helpottaa markkinointia.

Aurinkoenergia

Aurinkoenergiaa tarkastellaan tässä valokennojen maailmankaupalla, joka on kasvanut erittäin nopeasti. Valokennoja eli aurinkokennoja käytetään erityisesti sähkön mutta myös lämmön tuotantoon. Lämmön tuotantoon aurinkoenergian avulla on käytettävissä myös muita teknologisia ratkaisuja (ks. edellä).

OECD:n ulkomaankauppatilastojen valossa suurimmat tuontimarkkinat on muodostanut Eurooppa (Kuvat 4.29 ja 4.30). Yhdysvaltojen ja Aasian osuudet tuonnista ovat pienentyneet. Osittain tähän vaikuttaa voimakas oma tuotanto Yhdysvalloissa, Japanissa ja Kiinassa. Kiina on kasvattanut tuotantoaan ja vientiään, mutta maa ei kuulu OECD:hen eikä näin ollen ole vientitilastoissa mukana muuten kuin Hongkongin vientiluvuilla. Hongkongin vienti on pääosin Kiinan vientiä. Afrikan ja muiden maaosien osuus aurinkokennojen tuonnista on todella vaatimaton. Pohjois-Afrikka on kuitenkin aurinkovoimaloille erittäin lupaava tulevaisuuden sijoituskohde. Aurinkoisten päivien lukumäärä on suuri, voimaloille on tilaa ja uusilla superverkoilla sähkö voitaisiin kannattavasti johtaa Eurooppaan.

Vuonna 2010 Kiina oli jo suurin aurinkokennojen tuottaja yli 13 000 MWp:lla (megawatt-peak). Kiina on tunkeutunut erityisesti Yhdysvaltain markkinoille aggressiivisella markkinoinnilla ja alhaisilla hinnoilla. Saksalaiset ja amerikkalaiset tuottajat ovat vaatineet tuonnin rajoitustoimia, koska hintatason katsotaan olevan jo alle tuotantokustannuksien. Aurinkoenergiaan investoivat energiantuottajat ja pääomasijoittajat puolestaan argumentoivat, että länsimaiset aurinkokennojen valmistajat näin rajoittavat investointeja aurinkoenergiaan.

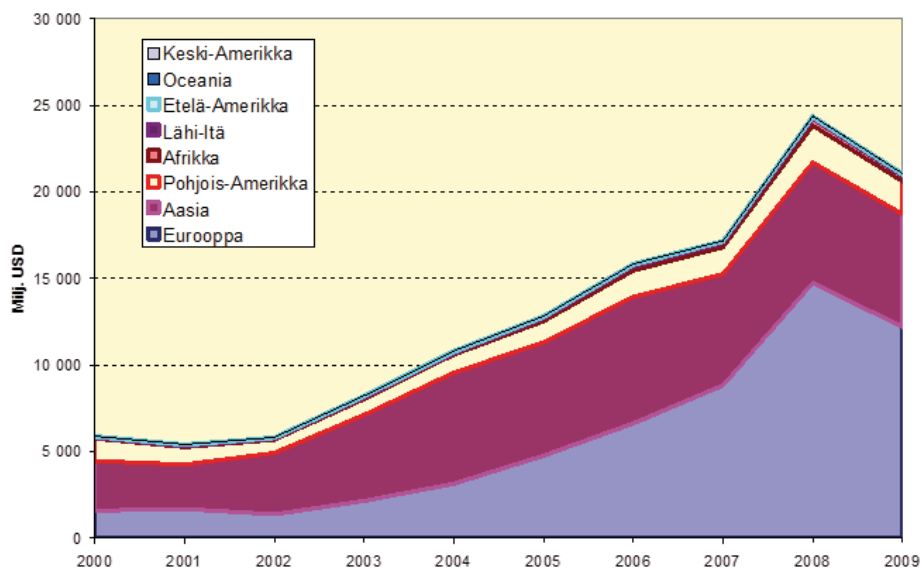
OECD:n tilaston mukaan suurimmat aurinkokennojen viejamaat ovat Japani, Saksa, Yhdysvallat, Taiwan ja Hongkong, jonka kautta Kiina hoitaa osan viennistään, sekä Etelä-Korea (Kuvat 4.31 ja 4.32). Uusia, nopeasti vientiään kasvattavia tuottajamaita, ovat Espanja, Iso-Britannia, Alankomaat, Belgia, Meksiko, Tšekki, Ruotsi ja Ranska.

Saksalainen Q-sells oli johtava tuottajayritys vuosina 2008–2009, mutta on menettänyt viime vuosina asemansa yhdysvaltalaiselle First Solarille ja kiinalaiselle

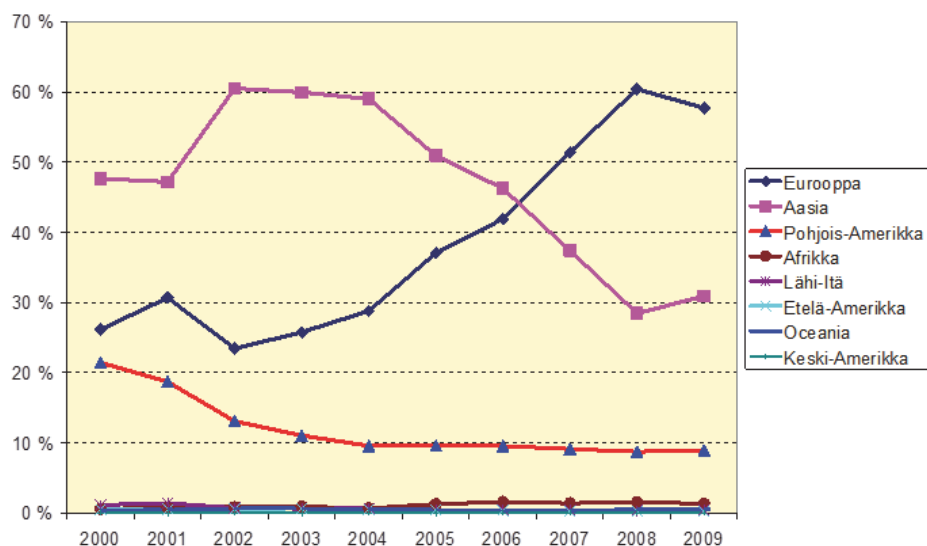
Suntechille. Muita merkittäviä aurinkokennojen tuottajia ovat kiinalaiset JA Solar ja Yinnngli Green Energy, japanilaiset Sharp, Kyocere ja Sanyo, taiwanlainen Motech, yhdysvaltalais-filippiiniläinen SunPower sekä saksalainen Solarworld ja Photowatt ja espanjalainen Isofón.

Tuotantolukujen valossa voidaan todeta, että aurinkokennojen ja paneelien markkinat eivät missään mielessä ole keskittyneet harvoille valmistajalle, mikä on tunnusomaista kypsille aloille. Merkittäviä valmistajia on useita ja kilpailu on kovaa. Lisääntyvä kysyntä kasvattaa tuotannon skaalaa. Näistä syistä johtuen tuotteiden hinnat laskevat. Tuottajilla on myös insentiivejä kehittää edullisempia teknologioita ratkaisuja. Aurinkoenergian kilpailukyky suhteessa muihin tuotantomuotoihin paranee.

Kuva 4.29. Valonherkkien puolijohdekomponenttien ja valodiodien tuonti-markkinat, milj. USD (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Kuva 4.30. Maanosien osuudet valonherkkien puolijohdekomponenttien ja valodiodien tuonnista, % (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



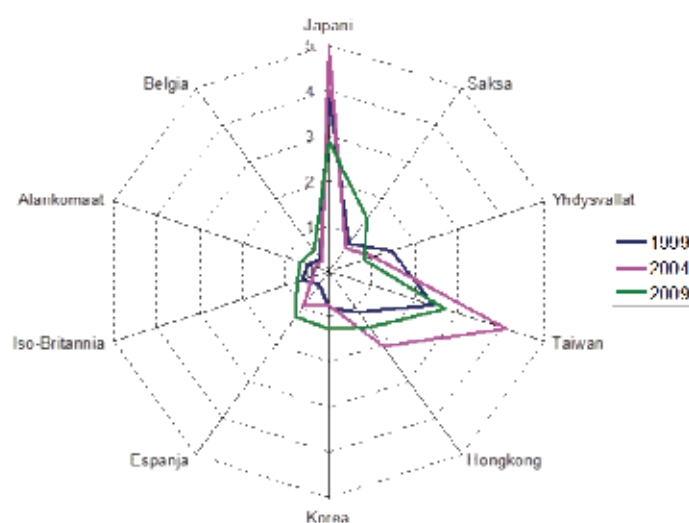
Kuva 4.31. OECD-maiden valonherkkien puolijohdekomponenttien ja valodiodien vienti ja viennin erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).

	1999		2004		2009	
	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD
Japani	3,98	1 535	4,97	4 629	2,88	4 673
Saksa	0,75	377	0,63	945	1,44	4 535
Yhdysvallat	1,46	934	1,04	1 394	0,82	2 417
Taiwan	2,43	276	4,12	1 175	2,69	1 689
Hongkong	1,11	179	2,05	895	1,54	1 416
Korea	0,81	108	0,76	317	1,28	1 307
Espanja	0,36	37	0,95	285	1,25	778
Iso-Britannia	0,63	158	0,38	216	0,73	723
Alankomaat	0,48	76	0,32	152	0,66	747
Belgia	0,33	55	0,26	132	0,56	583
Meksiko	0,45	57	0,26	82	0,87	560
Tšekki	0,08	2	0,07	8	2,16	668
Ruotsi	0,56	44	0,48	97	1,43	524
Ranska	0,21	59	0,24	164	0,33	433
Unkari	0,09	2	0,34	31	1,69	392
Italia	0,10	21	0,11	67	0,26	297
Itävalta	0,33	19	0,23	41	0,74	271
Norja	0,04	2	0,25	34	0,76	256
Sveitsi	1,10	82	0,19	37	0,20	97
Kanada	0,26	57	0,11	57	0,10	86
Australia	0,20	10	0,46	65	0,07	30
Luxembourg	0,01	0	0,14	3	2,35	84

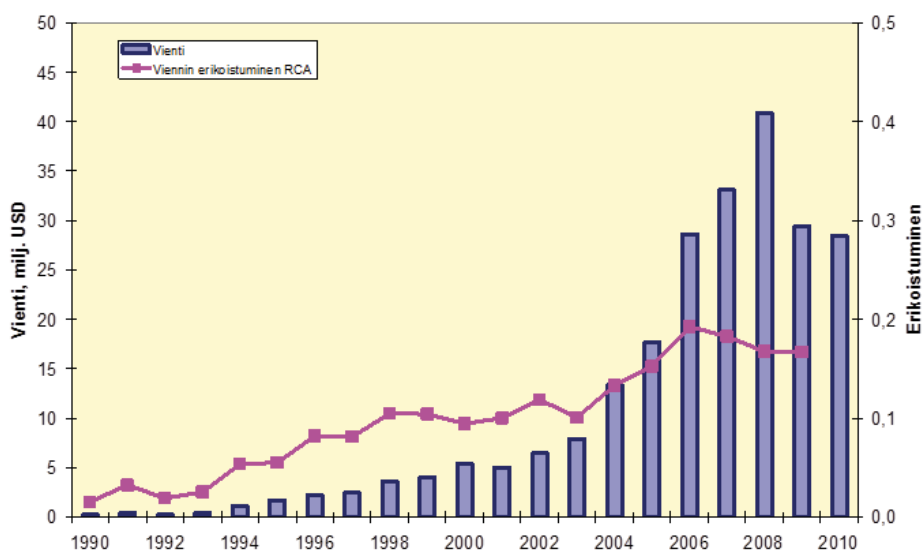
Portugali	0,10	2	0,00	0	0,56	69
Tanska	0,26	12	0,17	21	0,14	36
Puola	0,11	3	0,01	2	0,13	50
Suomi	0,10	4	0,13	13	0,17	29
Slovenia	0,06	0	0,04	1	0,48	30
Irlanti	0,04	2	0,02	4	0,03	11
Slovakia	0,02	0	0,03	1	0,06	9
Uusi Seelanti	0,19	2	0,16	6	0,03	2
Viro	0,02	0	0,17	2	0,17	5
Israel	0,00	0	0,03	2	0,03	4
Kreikka	0,00	0	0,03	1	0,09	5
Turkki	0,00	0	0,00	0	0,01	2
Chile	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Islanti	0,00	0	0,01	0	0,00	0
Yhteensä	1,00	4 116	1,00	10 879	1,00	22 818
EU 15	0,43	866	0,39	2 142	0,82	9 125

Aurinkokennojen vientiin kymmenestä suurimmasta viejämaasta ovat erikoistuneet Japani, Taiwan ja Hongkong (Kuva 4.32). Huolimatta arvoltaan merkittävästä viennistä Saksan erikoistumisindeksi oli vain 1,4 vuonna 2009, mikä johtui siitä, että Saksan osuus OECD-maiden yhteenlasketusta ulkomaankaupasta on merkittävä. Yhdysvaltain erikoistuminen on tarkasteluajanjaksolla merkittävästi vähentynyt, eikä maata enää vuonna 2009 voida pitää aurinkokennojen vientiin erikoistuneena maana. Espanja on voimakkaasti kasvattanut erikoistumistaan. Jos tarkasteltavana olisivat kokonaistuotantoluvut, Espanjan erikoistuminen olisi todennäköisesti vielä merkittävämpää, koska aurinkovoiman markkinat ovat siellä kasvaneet voimakkaasti. Suomen vientiä ja sen erikoistumista esittää kuva 4.33.

Kuva 4.32. Merkittävimpien aurinkovoimateknologian viejien erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Kuva 4.33. Suomen valonherkät puolijohdekomponenttien ja valodiodien viennin kehitys erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary).



Tulevaisuustarkastelu 4: Tutkimuksella ja innovatiivisella yrittämisellä auringonsäteestä Suomelle uutta liiketoimintaa

Aurinkokennojen viennillä mitattuna suomalainen aurinkoenergian vienti ei ole kovin merkittävää, koska omaa tuotantoa ei ole. Vientiä on aurinkopaneelien muodossa ja osana kokonaisia aurinkoenergiajärjestelmiä. Suomalaisella Naps-tuotenimellä valmistetaan aurinkopaneelita Ruotsissa ja Virossa. Vienti ja erikoistuminen ovat kuitenkin kasvussa.

Alan pioneiryhtiys on toiminut Naps Solar -konsernin vuonna 1981 perustettu Naps Systems Oy. Yhtiö on suunnitellut ja toimittanut aurinkosähköratkaisuja aurinkosähkövoimaloista purjeveneiden akkuja lataaviin paneelisiin. Aluksi yhtiön aurinkosähköjärjestelmillä tuotettiin sähköä alueilla, joissa ei ollut sähköverkkoa. Nykyisin järjestelmät useimmiten kytketään yleiseen verkkoon, jolloin oman käytön ylittävä sähkö voidaan myydä. Verkon ulkopuoliset käyttökohteet, kuten matkapuhelinverkkojen tukiasemat, säähavainto- ja muut mittausasemat yms., voisivat olla jatkossakin lupaava alue suomalaisille aurinkosähköjärjestelmien toimittajille, koska niissä kotimaisilla toimittajilla (Nokia-Siemens, Vaisala) on merkittäviä markkinaosuuksia.

Uusia lupaavia aurinkoenergiayrityksiä ovat Beneq Oy ja Solar Savo Oy. Molempien yhtiöiden menestyksen takana ovat teknologiset innovaatiot:

- Beneq Oy kehittää ja markkinoi teollisia laitteita ja teknologiaa nanomittakaavan ohutkalvopinnoitteiden valmistukseen. Teknologia oli alun perin suomalainen innovaatio. Tuotteita hyödynnetään aurinkokennojen valmistuksessa, tasolasin pinnoituksissa sekä taipuisassa elektroniikassa. Beneqin teknologiaa käytetään laajasti erilaisissa korkean suorituskyvyn suoja-pinnoitteissa. Pinnoitteet ovat avainasemassa valmistettaessa pii-aurinkokennoja edullisempia toisen sukupolven ohutkalvokennoja. Suuri osa Beneqin uusista pinnoituslinjastoista rakennetaan aurinkopaneelien valmistukseen. Beneq Oy voitti 2011 kansainvälisessä cleantech-kilpailussa Global Cleantech Cluster Association (GCCA) järjestämän kansainvälisen Later Stage Award -kilpailun. Vuonna 2005 perustettu yhtiö työllistää jo 70 henkilöä Suomessa, Saksassa, Kiinassa ja USA:ssa. Liikevaihto oli 10 miljoonaa euroa vuonna 2010.

- Savo Solar Oy:n toiminta käynnistyi huhtikuussa 2010 ja kesäkuussa toimitettiin ensimmäiset tuotteet vientiin. Toiminta perustuu vahvaan tuotekehitykseen ja tyhjiöpinnoittamisen osaamiseen. Yhtiön lämpökeräimillä saavutetaan yli 50 %:n hyötysuhde. Niitä käytetään lämmittämään rakennuksia ja tuottamaan lämmintä käyttövetä. Savo Solarin direct flow -ratkaisussa vesi tai vesi- ja glykoliliuos kiertävät auringon lämmittämän pinnoitetun levyn sisällä, eikä näin tarvita erillistä lämmönsiirtoputkistoa, mikä parantaa tehosuhdetta. Tekninen edistysaskel on myös absorptiopinnoite, joka minimoi auringon ja lämpösäteilyn pois heijastumisen. Yhtiön tuote palkittiin kesällä 2011 Münchenissä Intersolar-messuilla, joista on muodostunut aurinkoenergia-alan johtava tapahtuma maailmassa. Tuotannon alkuvaiheessa yhtiöllä oli 16 työntekijää, mutta tuotannon päästessä kunnolla käyntiin työntekijämäärä voi nousta jopa 100–150:een.

Vuonna 2010 Vacon laajensi toimintaansa aurinkoenergiasektorille. Yhtiö myy invertteireitä aurinkosähköjärjestelmien tuottajille. Invertteri muokkaa aurinkopaneeleilta tulevan elektronien virran paikallisen sähköverkon vaatimusten mukaiseksi vaihtovirraksi. Aurinkoinvertterien markkinoiden arvioidaan olevan kooltaan noin 3–4 miljardia euroa ja niiden kasvu on nopeaa. Vaconin markkinaosuustavoite on 5 %, mikä merkitsisi markkinoiden nykytasolla 150–200 miljoonan euron liikevaihtoa.

- Aurinkoenergiaan liittyvä tutkimustoiminta on erittäin vilkasta - uusia innovaatioita julkaistaan päivittäin. Jyväskylän yliopiston ja Tampereen teknillisen yliopiston tutkimusryhmät ovat tämän tutkimuksen kärjessä omilla tutkimusalueillaan, mistä on osoitukseksi niille samoin kuin Beneq Oy:lle myönnetty Millennium-palkinto vuonna 2011: Jyväskylän yliopiston professori Jouko Korppi-Tommilan ryhmä tutkii Grätzel-kennojen rakennusaineina toimivissa nanopartikkeleissa tapahtuvia elektronin siirtoreaktioita. Näiden seurauksena valonsäteiden energia muuttuu suoraan sähkövirraksi. Ryhmä myös rakentaa ja testaa kolmannen sukupolven aurinkokennoja, joita voidaan valmistaa tulevaisuudessa kustannustehokkaasti painamalla. Nämä valokennot sopivat myös taipuisille alustoille, mikä lisää niiden käyttökohteita.
- Tampereen teknillisen yliopiston professori Helge Lemmetyisen ryhmä tutkii orgaanisten yhdisteiden valokemiallisia reaktioita liuoksissa ja kiinteissä molekyylikalvoissa. Tutkimuksen kohteina ovat erityisesti molekyylien ja niiden muodostamien ohuiden kalvojen sisäiset ja keskinäiset elektroninsiirrot sekä sovellutukset keveinä ja taipuisina aurinkokennoina. Ryhmä on kehittänyt täysin kiinteistä aineista valmistettuja aurinkokennoja. Niiden hyötysuhde ei vielä ole yhtä hyvä kuin Grätzel-kennojen, mutta lähestyy sitä. Uusien kennojen etu on, että niiden valmistuksessa ei tarvita kestävyttä heikentävää nestemäistä elektrolyyttiliuosta.

Staattiset muuttajat

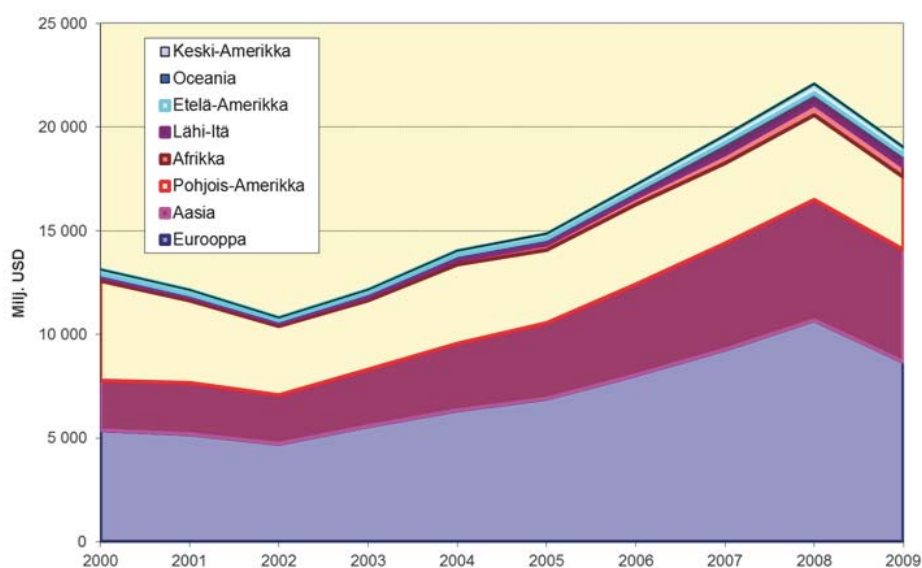
Staattiset muuttajat kattavat erilaiset taajuusmuuttajat. Taajuusmuuttaja (taajuudenmuuttaja, invertteri, moottorivaihtosuuntaaja, taajuudenmuutin) on sähkölaite, joka kytketään kahden erillisen sähköverkon välille. Yleisin käyttökohde on kytkeä taajuusmuuttaja sähkömoottorin tai -generaattorin ja valtakunnallisen sähköverkon väliin, jolloin taajuusmuuttaja on osa moottori- tai generaattorikäyttöä, missä se vastaa moottorin tai generaattorin ohjauksesta. Vaihtosuuntaaja eli invertteri on laite, joka muuntaa tasavirtaa vaihtovirraksi.

Taajuusmuuttajilla voidaan joustavasti säätää sähkömoottoreiden käyntiä kulloiseenkin käyttötarkoitukseen sopivaksi. Niitä voidaan pitää yksittäisistä sähköä säästävistä laitteista kenties merkittävimpinä. Näin ne osaltaan vähentävät kasvihuonepäästöjä ja säästävät energiaraaka-aineita tuleville sukupolville. Uusi

nopeasti kasvava käyttökohde vaihtosuuntaajilla eli inverttereillä ovat aurinko- ja tuulivoimalat, joissa ne muuttavat voimaloiden tuottaman tasavirran sähköverkon vaihtovirraksi.

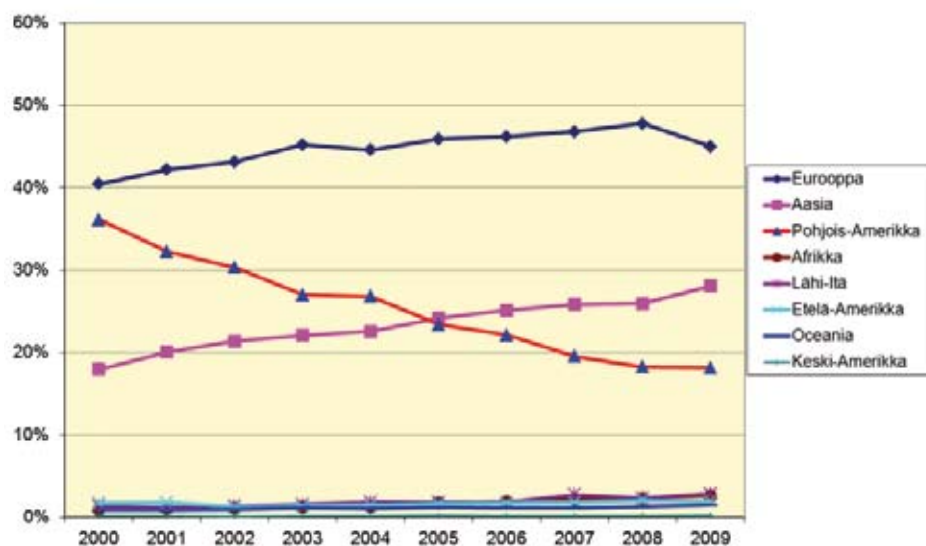
Taajuusmuuttajien rahalliselta arvoltaan merkittävin markkina-alue on ollut Eurooppa. Aasian maiden osuus on kuitenkin voimakkaasti kasvanut. Aasia on ohittanut markkina-alueena Pohjois-Amerikan ja on nousemassa Euroopan rinnalle. Muissa maanosissa kysyntä on vielä suhteellisen vähäistä (Kuvat 4.34 ja 4.35).

Kuva 4.34. Staattisten muuttajien tuontimarkkinat, milj. USD (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Tasasuuntaajien merkittävimmät valmistajat ovat Taiwan, Saksa, Yhdysvallat, Japani ja Alankomaat. Hongkong on myös merkittävä viejä, mutta sen taajuusmuuttajien vienti on suurelta osin kauttakuluvientiä Kiinaan ja nykyisin myös Kiinasta muihin maihin (Kuvat 4.36 ja 4.37).

Kuva 4.35. Maanosien osuudet staattisten muuttajien tuonnista, % (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).

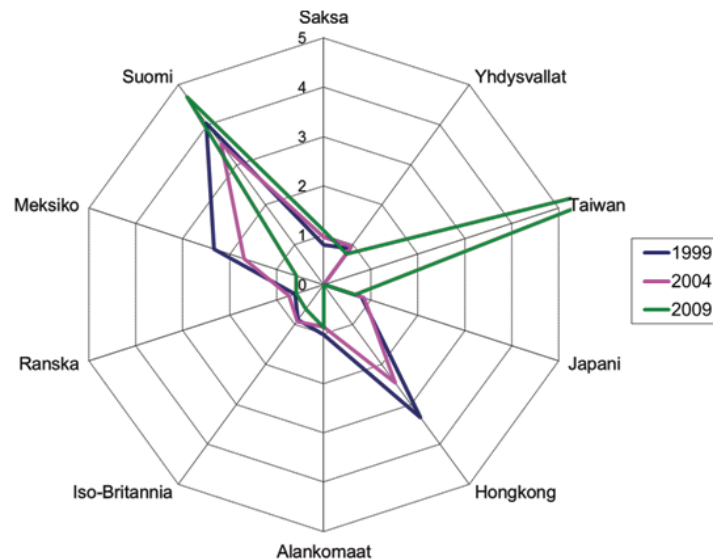


Kuva 4.36. OECD-maiden staattisten muuttajien vienti ja viennin erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).

	1999		2004		2009	
	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD	RCA	Vienti, milj. USD
Saksa	0,80	1 127	0,97	1 895	1,09	3 604
Yhdysvallat	0,90	1 614	0,95	1 680	0,77	2 392
Taiwan	6,92	4 528
Japani	0,80	865	0,85	1 035	0,66	1 120
Hongkong	3,33	1 503	2,45	1 401
Alankomaat	1,01	446	0,86	540	0,87	1 020
Iso-Britannia	0,88	619	0,92	690	0,61	630
Ranska	0,61	476	0,74	662	0,59	797
Meksiko	2,34	825	1,70	688	0,59	394
Suomi	4,04	438	3,53	463	4,70	864
Italia	0,48	293	0,57	433	0,58	692
Sveitsi	0,75	155	1,32	333	1,49	749
Korea	0,34	126	0,58	317	0,61	643
Itävalta	1,30	209	1,26	300	1,50	574
Kanada	0,50	309	0,50	341	0,42	383
Tanska	1,54	196	1,40	225	1,52	411
Ruotsi	1,10	242	0,62	163	0,92	353
Belgia	0,19	90	0,34	223	0,32	349
Slovakia	1,43	37	2,73	164	1,85	300
Irlanti	1,51	276	0,53	119	0,20	67
Unkari	0,15	10	0,47	56	0,92	223
Tšekki	0,31	21	0,49	69	0,57	186
Espanja	0,13	38	0,25	97	0,21	140

Puola	0,49	35	0,25	40	0,24	96
Norja	0,50	59	0,28	50	0,14	50
Uusi Seelanti	0,88	27	0,86	38	0,31	22
Israel	0,29	19	0,22	19	0,20	29
Turkki	0,05	3	0,11	15	0,15	45
Viro	0,20	2	0,33	5	1,88	57
Portugali	0,66	42	0,07	5	0,09	11
Australia	0,02	3	0,09	17	0,08	36
Luxembourg	0,41	8	0,39	10	0,60	22
Slovenia	0,19	4	0,32	11	0,16	11
Kreikka	0,06	2	0,08	3	0,14	8
Chile	0,01	1	0,01	1	0,01	2
Islanti	0,00	0	0,08	1	0,01	0
Yhteensä	1,00	11 537	1,00	14 241	1,00	23 818
EU 15	0,00	4 502	0,00	5 828	0,00	9 544

Kuva 4.37. Merkittävimpien staattisten muuttajien viejien erikoistuminen (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Suomen asema taajuusmuuttajaviennissä

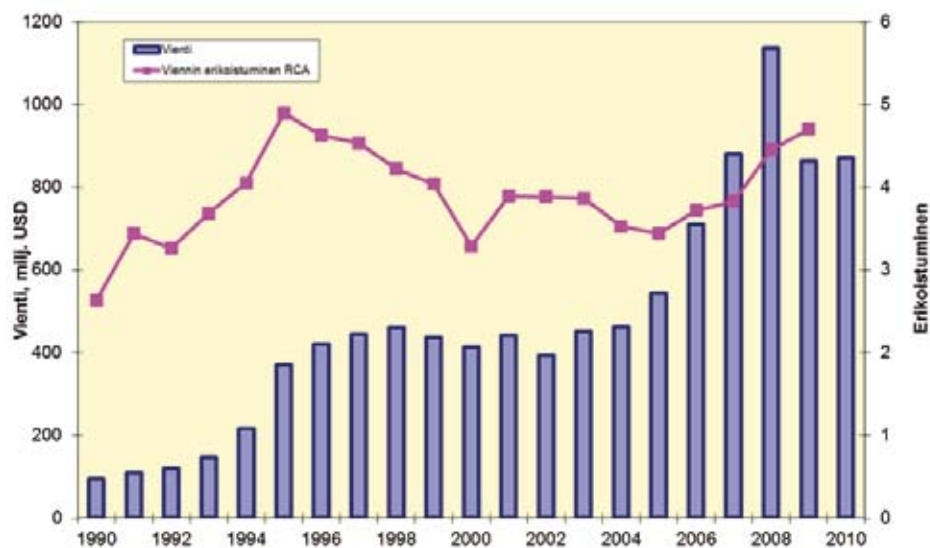
Suomi on merkittävä taajuusmuuttajien ja vaihtosuuntaajien viejä, rahamääräiseltä viennin arvoltaan vienti on Iso-Britannian, Ranskan ja Italian kokoluokkaa. Viennin erikoistumisessa Taiwan ja Suomi ovat omaa luokkaansa kun verrataan kymmenen suurimman vientimaan erikoistumista. Meksikon erikoistuminen on vähentynyt tarkasteluajanjaksolla. Hongkong on myös erikoistunut viejä¹⁴ kauttakulkuvientinsä ansiosta. Suomen erikoistumisaste on pysynyt suhteellisen vakaana - trendinä ollut jopa hienoisessa nousussa.

Kun taajuusmuuttajien kysyntä on lisääntynyt, on vientimme rahalliselta arvoltaan ollut voimakkaasti kasvava (Kuva 4.38). Vuonna 2010 viennin arvo oli 658 miljoonaa euroa. Viennin merkittävimmät kohdemaat olivat Yhdysvallat (82 milj. euroa), Saksa (71), Kiina (66) ja Italia (39 miljoonaa euroa).

Vahvalla asemalla taajuusmuuttajien maailmankaupassa on historialliset syynsä. Vaihtovirtakäyttöisiä sähkömoottoreita ohjaavat taajuusmuuttajat otettiin ensimmäisenä maailmassa käyttöön Helsingin metrojunissa ja VR:n vetureissa. Pian havaittiin, että taajuusmuuttajilla on merkittävät markkinat paperikoneiden sähkömoottorihjauksessa. Tästä käyttö levisi metallialustamoiden valssauskoneisiin. Sarjatuotanto alensi hintoja ja pienempiäkin kokoja pystyttiin kannattavasti valmistamaan. Taajuusmuuttajavallankumous levisi nopeasti synnyinsijaltaan ABB:n Helsingin tehtailta globaaliksi ja tarttui muihin sähkötekniikan valmistajiin.

Nyt uusiutuvan energian tuotantolaitokset ovat tarjonneet uudet nopeasti kasvavat markkinat taajuusmuuttajille ja vaihtosuuntaajille. Vacon ja ABB ovat mukana näillä markkinoilla toimittajina.

Kuva 4.38. Suomen staattisten muuttajien viennin kehitys (OECD:n ulkomaankauppatilasto (OECD iLibrary)).



Johtopäätöksiä energiateknologian ulkomaankaupan tarkastelusta

Energiateknologian ulkomaankauppaa tarkasteltiin edellä OECD:n ulkomaankauppatilastojen pohjalta. Tilasto kattaa kehittyneiden teollisuusmaiden viennin ja tuonnin. Sen ulkopuolelle jää tärkeiden uusien tuottajamaiden kuten Kiinan ja Intian vienti. Näiden maiden tuonnista saadaan kuitenkin suhteellisen hyvä käsitys selvittämällä se OECD-maiden vientilukujen avulla. OECD:n ulkomaankauppa-aineisto on kattavin käytössä oleva yksityiskohtainen ja suhteellisen ajantasainen tilistolähde.

Tilastotarkastelussa olivat mukana kattilavoimalaitokset, moottorivoimalat, aurinkoenergia, tuulivoima ja vesivoima sekä myös energiatehokkuuden ja säästön laitteet. Tarkastelu keskittyi kunkin teknologian avainkomponenttien ulkomaankauppaan, mikä antaa kuvan siitä, mitkä maat hallitsevat eri tuotantomuotojen maailmankauppaa ja ovat erikoistuneet siihen.

Tilastotarkastelussa on otettava huomioon, että uusiutuvaa energiaa voidaan tuottaa kattilalaitoksissa ja moottorivoimaloissa teknologioilla, joilla tuotetaan energiaa myös fossiilisista polttoaineista. Merkittävä osa uusista kattilalaitoksista käyttää biomassaa. Moottorivoimalat otettiin mukaan tarkasteluun, koska niissä siirtyminen biopolttoaineisiin on edessä lähitulevaisuudessa, kun polttoaineet tulevat markkinoille. Suomalainen moottoriteollisuus ja aloittavat bioöljyjen tuottajat on tässä etulyöntiasemassa. Tarkasteluun otettiin myös staattiset muuttajat, joka katkaa tärkeinä tuoteryhminä taajuusmuuttajat ja vaihtosuuntaajat eli invertterit. Taajuusmuuttajilla voidaan säästää energiaa ja näin välttää ilmastopäästöjä sekä säästää polttoaineita ja lisäksi taajuusmuuttajia ja inverttereitä käytetään yhä laajemmassa määrin tuuli- ja aurinkovoimaloissa ja niiden kytkemisessä sähköverkkoon. Suomen asema näissäkin tuotteissa on markkinoilla vahva, ja uusiutuvan energian tuotantolaitoksissa voi merkittävästi kasvaa.

Nopeimmin kasvavat avainhyödykkeillä mitattuna aurinkoenergian ja tuulienergian teknologian maailmanmarkkinat. Taajuusmuuttajien markkinat ovat suhteellisen suuret. Valokennojen markkinat olivat noin 25 mrd. USD ja taajuusmuuttajien 20 mrd. USD vuonna 2010.

Kattilavoimalaitosten teknologian markkinat ovat olleet viime vuosina runsaat 5 mrd. USD ja vesivoimalaitosten 1–1,5 mrd. USD välillä. Niissä kasvu on ollut huomattavasti maltillisempaa kuin edellisissä. Kattilavoimaloissa kasvua ovat biopolttoaineita ja jätteitä sekä niistä tehtyjä kierrätyspolttoaineita käyttävät voimalat.

Vesivoiman markkinat ovat suhteellisen stabiilit, koska merkittävä osa kulutuksen ulottuvilla sijaitsevasta valjastettavasta olevasta vesivoimasta on jo valjastettu. Liiketoiminta kohdistuu voimaloiden uudistamiseen ja tehon korotuksiin sekä sähköntuottamiseen keinotekoisista vesivarastoista (pumpattavat altaat, patoaltaat) juoksutettavasta vedestä säätö- ja varavaimaksi.

Suomen tämänhetkiset vahvuudet ulkomaankauppakukujen valossa ovat kattilavoimaloissa, moottorivoimaloissa ja staattisissa muuttajissa, joissa olemme 10 suurimman viejän joukossa. Olemme näihin tuotteisiin erikoistuneimpien OECD-maita, kun mitataan ko. tuotteiden osuuksia eri maiden ulkomaankaupasta. Kestävä ja liiketoimintaa kasvattava strategia näyttää olevan vahvojen alojemme hyödyntäminen ja uusintaminen uusiutuvan energian tuotannossa.

Ulkomaankauppatilastojen valossa emme ole juurikaan erikoistuneita tuuli- ja aurinkovoiman avainkomponenttien vientiin. Muu tarkastelu kuitenkin paljastaa, että Suomesta viedään näiden teknologioiden muita komponentteja, kuten tuulivoimaan vaihteistoja ja kestopagneettiroottoreita sekä molempiin voimalatyyppeihin taajuusmuuttajia, inverttereitä ja monia muita komponentteja. Myös lopputuotteissa

uudet yritykset ovat pystyneet tunkeutumaan maailmanmarkkinoille. Tuulivoimatoimittajien omista, kyselyyn perustuvista vientiselvityksistä käy ilmi, että Suomella on 3 %:n markkinaosuus maailmanmarkkinoista, mikä on nelinkertainen verrattuna Suomen osuuteen OECD-maiden viennistä.

Tuuli- ja aurinkovoimassa Suomen vahvuusalueita ovat kapeat, tarkoin harkitut segmentit, joihin oma teollinen osaaminen tai tutkimus- ja kehitystoiminta antaa lähtökohtia. Tuulivoimassa vahvuudet syntyvät konepajaosaamisesta ja innovaatioista kuten kestopagneettien sovellutuksista. Molemmissa vahvuusalueita näyttävät olevan laitteet ja järjestelmät, joissa nämä liitetään sähköverkkoon. Erikoistuminen kapeisiin tuotealueisiin vaatii asiakkaiden arvoverkkojen ja asiakastarpeiden tarkkaa analysointia ja oman toiminnan tarkkaa asemoimista asiakkaiden arvoverkkoihin.

Uusiutuvan energian tuotannon kasvu vaatii vara- ja säätövoimaa, koska tuotanto on riippuvainen vaihtelevasta tuulesta ja auringonvalosta. Näin konventionaalisilla polttoaineilla, esimerkiksi moottorivoimaloissa tai kattilavoimaloissa tuotettavalla varavaimalla on oma roolinsa uusiutuvien tuotannossa. Kun nämä tulevaisuudessa toimitetaan sellaisina versioina, jotka käyttävät bioöljyä ja mekaanista biomassaa, on tämä myös ilmastonmuutoksen torjunnan näkökulmasta positiivista kehitystä, jos ja kun tuotanto ovat muutoin kestäväällä pohjalla.

Yllä olevassa tarkastelussa ei ole otettu mukaan nestemäisiä ja kiinteitä biopolttoaineita, joissa kauppataaseemme kehittyy jatkuvasti positiivisemmaksi. Tulevaisuuden mahdollisuuksia tarjoaa myös näiden polttoaineiden keruu- ja tuotantoteknologia, jossa Suomella on hyvät mahdollisuudet kehittyä maailmanmarkkinoilla merkittäväksi teknologiatoimittajaksi. Nyt laitteita valmistetaan pienessä mittakaavassa ja kansallisesti mutta on selvää, että niissä erikoistuminen, t&k ja tuotannon skaalaut edut muuttavat kansalliset markkinat globaaleiksi markkinoiksi, jotka biopolttoaineiden kysynnän myötä voimakkaasti kasvat.

Seuraaviin taulukoihin (Kuvat 4.39–4.42) on kerätty tietoa tarkasteltujen alojen sekä niiden johtavien yritysten liikevaihdoista ja henkilöstömäärien kehityksestä vuosina viime vuosikymmenellä. Taulukot tuovat lisätietoa eri alojen kilpailukyvyistä sekä taloudellisesta merkityksestä ja kasvusta.

Kuva 4.39. Kattilateollisuuden sekä alan tärkeimpien yritysten kehitys vuosina 2000 – 2010 (Tilastokeskus, Teollisuuden tilinpäätöstilasto, Patentti- ja rekisterihallitus sekä Asiakastieto Oy tilinpäätöstiedot sekä yritysten omat tiedot)

	Höyrykattiloiden valmistus pl. keskuslämmityslaitteet										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Liikevaihto, milj. €	532	496	525	871	766	667	909	1 003	906	739	577
Yritysten lukumäärä	23	26	23	39	37	36	17	19	21	29	31
Jalostusarvo	99	86	82	214	123	244	312	338	179	175	165
Henkilöstön lkm	2 264	2 337	2 155	4 902	4 189	4 069	8 544	5 974	2 052	2 031	1 892
Nettoinvestoinnit, milj. €	4	5	7	8	7	9	4	11	9	5	8
Andritz Oy											
Liikevaihto milj. €		284	249	370	341	394	534	570	542	289	325
Henkilöstö		976	1 081	1 130	866	941	1 032	1 115	1 106	1 051	664
Foster Wheeler Energia Oy											
Liikevaihto milj. €		205	452	509	384	227	378	423	352	253	154
Henkilöstö		561	620	613	563	425	436	464	477	447	688
Metso, Energia ja ympäristö											
Liikevaihto milj. €								1 534	1 775	1 523	1 435
Koko henkilöstö							4 213	5 716	6 357	6 060	6 073
* Metso Power Oy											
Liikevaihto milj. €				51	165	174	200	244	387	289	280
Henkilöstö				715	709	744	765	804	889	830	821

Kuva 4.40. Voimakonevalmistuksen sekä alan tärkeimpien yritysten kehitys vuosina 2000–2010 (Tilastokeskus, Teollisuuden tilinpäätöstilasto, Patentti- ja rekisterihallitus sekä Asiakastieto Oy tilinpäätöstiedot sekä yritysten omat tiedot)

	Voimakoneiden valmistus pl. lentokoneiden, ajoneuvojen moottorit										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Liikevaihto, milj. €	2 328	2 024	2 184	2 111	2 159	2 237	2 811	3 681	4 424	4 590	4 028
Yritysten lukumäärä	300	292	290	284	267	267	152	151	152	148	153
Jalostusarvo	562	536	459	540	545	538	647	906	1 084	985	963
Henkilöstön lkm yhteensä	9 926	9 123	9 456	9 772	9 885	8 249	8 449	10 700	11 608	11 015	10 385
Nettoinvestoinnit, milj. €	32	63	-75	29	4	20	74	109	133	72	21
AGCO Sisu Power Oy											
Liikevaihto milj. €		113	133	130	88	148	227	212	254	168	222
Henkilöstö		595	624	626	640	653	676	704	731	694	636
Wärtsilä Oyj Abp											
Liikevaihto milj. €		2359	2 519	2 358	2 478	2 639	3 190	3 763	4 612	5 260	4 553
Koko henkilöstö		10 846	12 417	12 293	12 361	12 049	13 264	15 337	17 623	18 830	18 000
Joista Suomessa		3 590	3 463	3 453	3 356	2 378	2 679	3 016	3 395	3 484	3 326
* Wärtsilä Finland Oy											
Liikevaihto milj. €		1 071	1 255	1 165	1 195	1 340	1 717	2 045	2 585	3 129	2 597
Henkilöstö		2 170	2 180	2 466	2 298	1 997	2 286	2 622	2 943	3 104	2 933

Kuva 4.41. Sähkötekni­sen teollisuuden sekä alan tärkeimpien yritysten kehitys vuosina 2000–2010 (Tilastokeskus, Teollisuuden tilinpäätöstilasto, Patentti- ja rekisterihallitus sekä Asiakastieto Oy tilinpäätöstiedot sekä yritysten omat tiedot).

	Sähkömoottorien, muuntajien ja sähköjakelulaitteiden valmistus										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Liikevaihto, milj. €	1 364	1 575	2 041	1 926	1 907	2 149	2 846	3 305	3 867	3 250	3 405
Yritysten lukumäärä	85	88	83	87	88	82	136	138	139	132	126
Jalostusarvo	432	453	695	645	616	661	897	1 035	1 194	1 005	1 153
Henkilöstön lkm yhteensä	6 543	6 530	11 928	11 157	9 100	9 144	11 125	11 851	12 811	11 347	11 151
Nettoinvestoinnit, milj. €	19	26	23	13	32	27	47	56	46	43	36
ABB Oy											
Liikevaihto, milj. €		1 842	1 596	1 502	1 420	1 573	1 707	1 983	2 462	2 307	2 174
Henkilöstö		10 486	9 431	8 117	6 427	6 535	6 288	6 650	6 959	7 568	7 083
Vacon Oyj											
Liikevaihto, milj. €		81	97	112	129	150	186	232	293	272	338
Koko henkilöstö		409	426	436	469	577	675	869	1 197	1 228	1 339
joista Suomessa		324	330	332	337	359	387	502	631	634	652

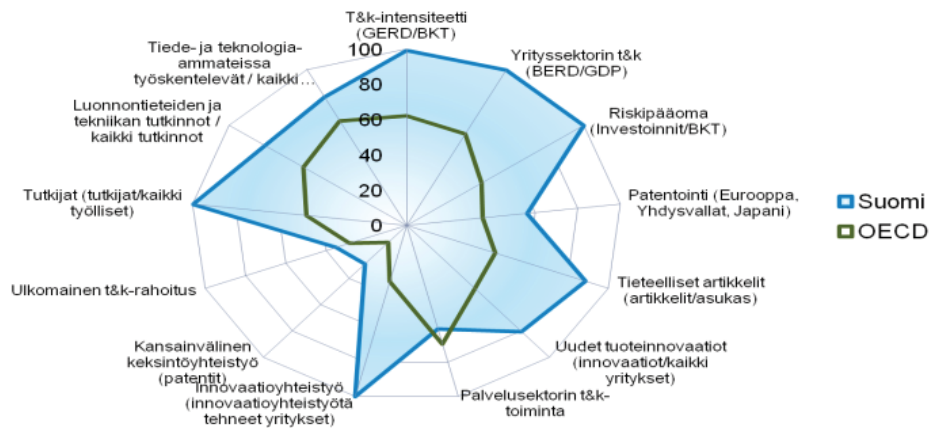
Kuva 4.42. Merkittävien suomalaisten tuuli-, vesi- ja aurinkovoiman teknologiatoimittajia liikevaihto- ja henkilöstötietoja (Patentti- ja rekisterihallituksen sekä Asiakastieto Oy:n tilinpäätöstiedot ja yritykset antamat tiedot. Huomautus: Takoma Gears Oy kuuluu nykyisin Takoma -konserniin).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Tuulivoima										
Moventas Oy										
Liikevaihto milj. €							232	382	237	194
Koko henkilöstö							1 178	1 434	1 350	
joista Suomessa							872	1 140	1 036	1 186
* Moventas Wind Oy										
Liikevaihto milj. €							152	233	126	103
Henkilöstö							417	321	621	518
* Takoma Gears Oy										
Liikevaihto milj. €							19	25	23	11
Henkilöstö							84	95	110	97
The Switch										
Liikevaihto milj. €							20	54	96	135
Koko henkilöstö							35	93	161	270
WinWinD-konserni										
Liikevaihto milj. €		5	4	7	14	39	55	68	76	82
Koko henkilöstö									779	871
joista Suomessa	1	12	19	22	38	63	97	170	273	295
Vesivoima										
Andritz Hydro Oy										
Liikevaihto milj. €	18	13	13	7	9	15	11	20	19	16
Henkilöstö	99	99	93	70	71	71	74	70	79	79
Aurinkovoima										
Naps Solar -konserni										
Liikevaihto milj. €								34	28	34
Koko henkilöstö										72
* Naps Systems Oy										
Liikevaihto milj. €	9	10	9	11	14	24	26	28	18	18
Henkilöstö					15	17	18	18	19	19

4.4 Uusiutuvan energian t&k-toiminta ja rahoitus

Koska uusiutuvan energian osaaminen, t&k-toiminta ja koulutus eivät ole yksiselitteisesti rajattavissa ja luokiteltavissa, niitä koskevaa tilastotietoa on hyvin rajallisesti saatavilla. Alla tarkastellaan ensin Suomen t&k-toiminnan tilannetta ylipäänsä, sitten energia-alaa ja lopulta uusiutuvan energiaa saatavilla olevan tiedon pohjalta. Kuvassa 4.43 verrataan Suomen koko t&k-toiminnan tilaa OECD-maihin. Kuvasta 4.43. nähdään esimerkiksi, että kansainvälinen keksintöyhteistyö (patenttitarkasteluina) on OECD-maiden keskiarvoa suurempaa, mutta puolestaan palvelusektorin t&k- toiminta OECD-maiden keskiarvoa vähäisempää.

Kuva 4.43. Tutkimus- ja kehitystyö OECD:ssä ja Suomessa. (OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010)



Seuraavassa kuvataan muutamia keskeisiä rahoitusinstrumenttejä, joiden avulla tuetaan Suomessa uusiutuvaan energiaan liittyvää liiketoimintaa koskevien uusien innovaatioiden ja huipputaiteiden kehittämistä.

Tiede- ja teknologianeuvosto hyväksyi kesäkuussa 2006 raportin strategisen huipputaiteiden keskittymien ja kansallisten infrastruktuurien kehittämisestä. Sen mukaisesti Suomeen ryhdyttiin perustamaan kansainvälisiä tieteen, teknologian ja innovaatiotoiminnan strategisen huipputaiteiden keskittymiä (SHOK) elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tulevaisuuden kannalta keskeisille osaamisen aloille.

Yritykset, yliopistot, tutkimuslaitokset ja rahoittajaorganisaatiot osallistuvat keskittymien toimintaan. SHOKit päädyttiin käynnistämään ensi vaiheessa seuraaville aihealueille: energia ja ympäristö, metallituotteet ja koneenrakennus, metsäklusteri, terveys ja hyvinvointi sekä tieto- ja viestintäteollisuus ja -palvelut.

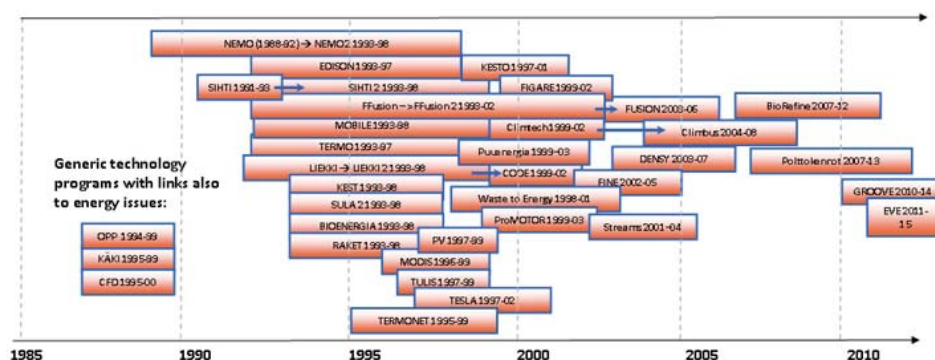
Uusiutuva energia kytkeytyy useisiin eri aihealueisiin niin SHOK:eissa kuin eri rahoittajatahojen t&k-ohjelmissa. Uusiutuvaan energiaan liittyvät ohjelmanpöytäkirjat kytkevät usein yhteen esimerkiksi energia- ja ilmastotutkimuksen. Alla kuvataan esimerkkejä käynnissä olevista ja päättyneistä ohjelmista.

Suomen Akatemissa käynnissä oleva Ilmastonmuutos - vaikutukset ja hallinta tutkimusohjelma (FICCA, 2011–2014) pyrkii vastaamaan laaja-alaisesti ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin tieteellisiin haasteisiin. Siinä tehtävä monitieteinen tutkimus tarkastelee tutkimusongelmia systeemisesti sekä yhteiskunnallisen ja luonnontieteellisen tutkimuksen keinoja yhdistäen. Suoraan energia-alan liittyvistä tutkimuksista mainittakoon Energiainnovaatioiden paikallinen sopeuttaminen ja käytännönnovaatiot osana hiilineutraalisuutta (LAICA). Suomen Akatemian ilmastonmuutoksen tutkimusohjelma FICCA tekee läheistä kansallista yhteistyötä Tekesin ilmastotalouteen liittyvän ohjelman ja Sektoritutkimuksen SETUILMU-tutkimuskonaisuuden kanssa.

Mainittakoon myös Kestävä Energia (SusEn) -tutkimusohjelma 2008–2012, jossa keskitytään erityisesti energiantuotannon ympäristövaikutusten ja taloudellisten reunaehtojen yhteensovittamiseen sekä uusiutuvien luonnonvarojen optimaaliseen hyödyntämiseen raaka-aineina ja energianlähteenä. Tulevaisuuden energiaratkaisuissa on otettava huomioon myös niiden merkittävät vaikutukset ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Ohjelman tavoitteina mainitaan mm. tuottaa uutta ja innovatiivista tieteellistä tietoa energiateknologiasta, energijärjestelmien toiminnasta ja energiatehokkuudesta, parantaa tutkimuksen ja teollisuuden kansainvälistä kilpailukykyä sekä saattaa suomalainen energiatutkimus alan kansainväliselle huipulle joillakin tutkimuksen osa-alueilla.

KTM:n (nyk. TEM) energiaosaston energiateknologiaohjelmien toteuttaminen siirrettiin vuonna 1995 Tekesin vastuulle. Toteutettuja ohjelmia on koottu kuvaan 4.44 (esim. Pesonen 1999). Seuraavassa käydään tarkemmin läpi Tekesin tutkimus- ja kehitys – sekä liiketoiminnan edistämiseen tarkoitettuja rahoitusinstrumentteja.

Kuva 4.44. Tekesissä toteutettuja energiateknologiaohjelmia.



Tekesin Luonnonvarat ja kestävä talous -painopisteen osa-alueita ovat energia- ja raaka-ainetehokkuus, uusiutuvan energian ratkaisut, metsän ja biomassojen uudet ratkaisut sekä mineraalivarojen ja vedenkäytön kestävät ratkaisut. Useat Tekesin ohjelmat edistävät jo tällä hetkellä näitä alueita. Käynnissä olevista ohjelmista mainittakoon Green Growth – Tie kestäväan talouteen, Vesi, Polttokennot, BioRefine, Toiminnalliset materiaalit ja Groove.

Esimerkiksi Groove – Uusiutuva energia, kasvua kansainvälistymisestä 2010–2014 ohjelmassa kehitetään suomalaisten uusiutuvan energian pk-yritysten liiketoimintavalmiuksia ja kansainvälistä kilpailukykyä. Ohjelma yhdistää toimiala- ja liiketoimintaosaamista uusilla tavoilla katsoen teknologioita, palveluita ja niiden toimijoita arvoketjunäkökulmasta. Ohjelma on suunnattu kasvuhaluille pienille ja keskisuurille yrityksille. Seuraava käynnissä olevien hankkeiden luettelo antaa käsityksen siitä, millainen fokus rahoitusta saavilla hankkeilla on <http://www.tekes.fi/ohjelmat/Groove/Projektit>:

Aidon Oy	Smart Grid Business Potentials
Ariterm Oy	Global Versatile Plug and Heat -Solutions
AW-Energy Oy	Monitoimialusta uusiutuvien energiamuotojen meriasennukseen
CCM-Power Oy	Hakekuivuri -
Consolis Technology Oy Ab	Precast Concrete Wind Turbine Towers and Foundation
Darrox Oy	Darrox teknologian verifointi
Ekogen Oy	EkoCHP mikrovoimalaitos
Enersize Oy	Enersize Oy:n Cleantech VIGO kiihdytys-projekti
European Batteries Oy	Lithium-ion battery pack design
GF Energy Oy	Kansainvälisen projektitoiminnan, myynnin ja markkinoinnin hallintamalli -Bioenergialaitokset
Green Electronics Oy	Akun älykäs varaaminen
GreenStream Network Oyj	Kiinaan keskittyvä hiilirahasto finanssi-sijoittajille
Inventure Oy	ChinCo
Luvata Pori Oy	Uusiutuvan energian uudet tuotteet
Merus Power Dynamics Oy	Dynaaminen Modulaarinen Kompensaattori
Mervento Oy	Mervento 3,6-118 demoturbiinin kokoonpano
Mervento Oy	Paino-optimoitu suoravetoinen tuuliturbiini - Esiselvitys
Moventas Wind Oy	Suunnitteluhanke Mega Centre Planning Project (MCP)
Nurmi Hydraulics Oy	Energiatehokas Marine Sylinteri
One1 Oy	Modulaarisen tuote-palvelualueen teollistaminen ja liiketoiminnan kansainvälinen lokalisointi
SG-Power Oy	Esiselvitys suoravetotuulivoimalan mitoittamiseksi
Teknologian tutkimus-keskus VTT	Lämpötekninen kunnonhallinta biovoimalaitoksille
Teknologian tutkimus-keskus VTT	Biohiili - uusi bioenergiakantaja sahojen, lämpökeskusten, chp-voimaloiden ja metsäintegraation yhteyteen
Teknologian tutkimus-keskus VTT	Renewable Energy to Africa
Teknologian tutkimus-keskus VTT	MegaCentre Planning Project
The Switch Drive Systems Oy	The Switch Drive Concept

Ultranat Oy

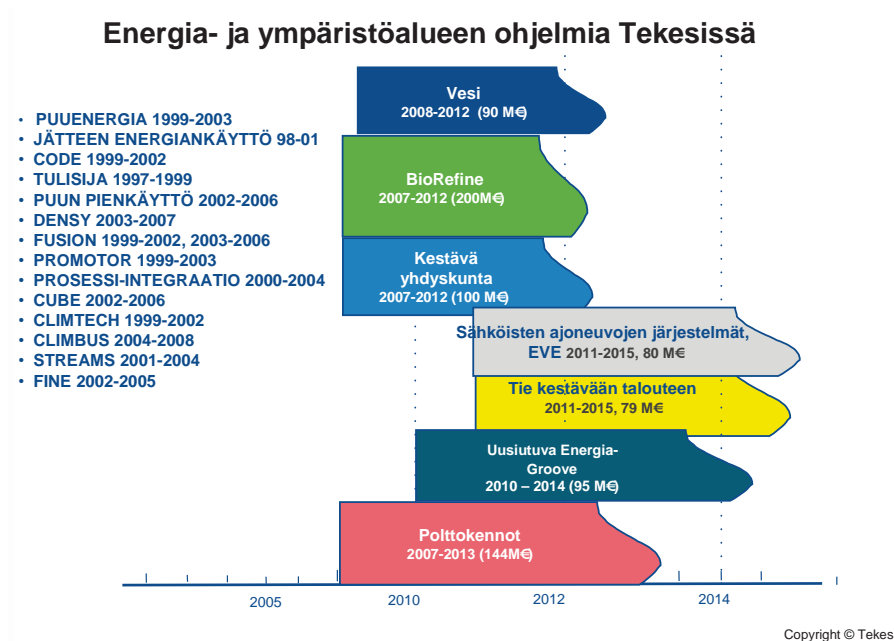
Voimalaitosten tuhkan jalostaminen uusiokäyttöön uudella menetelmällä

Winwind Oy

Arktinen 3MW tuulivoimala

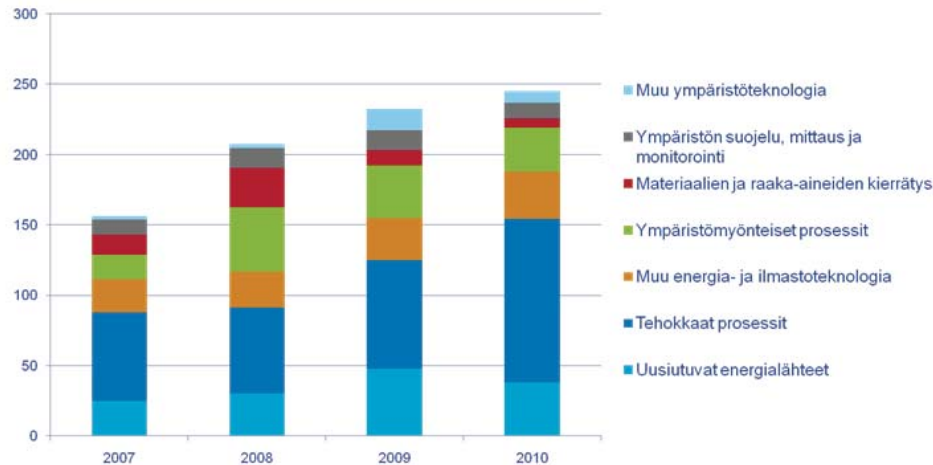
Tekes rahoittaa myös energia- ja ympäristöalan strategisen huippuosaamisen keskittymän Cleen Oy:n sekä Metsäklusteri Oy:n tutkimusohjelmia tällä alueella. Näiden ohella myös metallituotteet ja koneenrakennus -alan FIMECC Oy:n tutkimuksen tuloksilla on hyödyntämispotentiaalia aihealueella. Kuva 4.45 esittää Tekesin rahoittamia ympäristö- ja energia-alan ohjelmia.

Kuva 4.45. Tekesin ympäristö- ja energiaohjelmat tarkemmin nykyhetkeä ja tulevaisuutta tarkastellen.

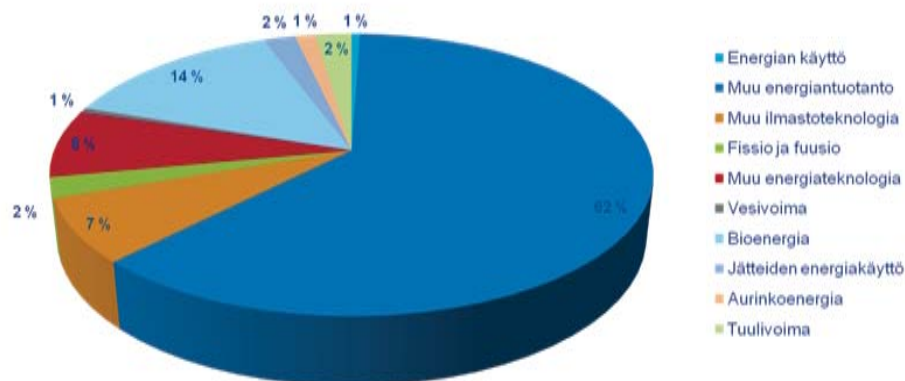


Tekesin koko energia- ja ympäristöalueen rahoituksen kehitystä aikavälillä 2007 – 2010 esittää kuva 4.46 ja rahoituksen jakautumista erilaisiin kohteisiin kuvaa yksityiskohtaisemmin kuva 4.47. Uusiutuvaan energiaan kohdistunut rahoitus on kasvanut vuoteen 2009 asti. Vuonna 2010 sen sijaan prosessien tehostamisen osuus on painottunut uusiutuvan energian tutkimuksen kustannuksella.

Kuva 4.46. Tekesin koko energia- ja ympäristöalueen rahoituksen kehittyminen aikavälillä 2007–2010.

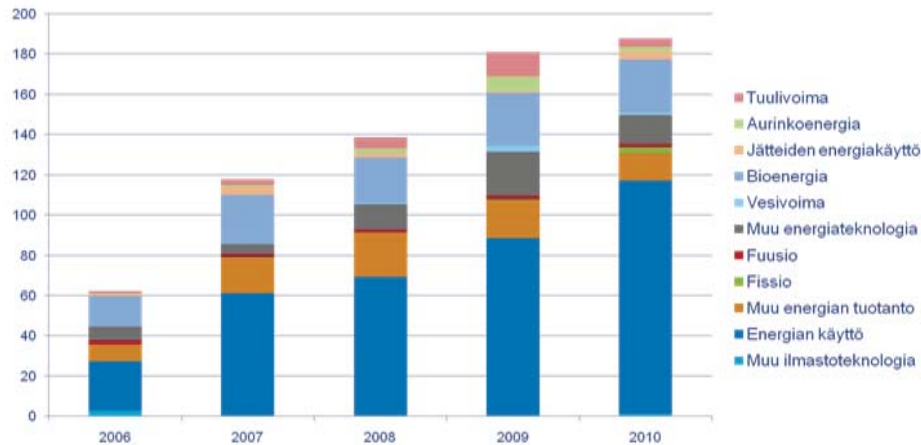


Kuva 4.47. Tekesin energia- ja ympäristö -alueen rahoituksen jakautuminen vuonna 2010.



Rahoituksen kehitystä energiasektorilla ilmentää puolestaan kuva 4.48 vuosilta 2006–2010 (M€). Kokonaisrahoitus on noin kolminkertaistunut neljässä vuodessa. Selviä muutoksia ovat mm. prosessien tehostamiseen tähtäävä energian käyttöä koskevien hankkeiden rahoituksen lisäys ja tuulivoiman rahoituksen merkittävä vähentyminen vuonna 2010 edellisvuoteen verrattuna. Selitys uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen liittyvän rahoituksen vähentymiseen vuonna 2010 edelliseen vuoteen verrattuna voi olla se, että hakemuksia on mahdollisesti tullut enemmän muille alueille kuin uusiutuvaan energiaan.

Kuva 4.48. Tekesin energia-alan rahoituksen kehitys.



Sitra energia-alan sijoittajana

Sitran energiaohjelma tekee vuosien 2008–2012 aikana pääomasijoituksia energia-alalla toimiviin alku- ja kasvuvaiheen yrityksiin sekä yksin että yhteissijoituksena yksityissijoittajien ja rahastojen kanssa. Sijoitustoiminnassa painopisteitä ovat energiateknologiat ja -palvelut seuraavilla aihealueilla: (1) energiatehokkuus – rakennukset, yhdyskunnat, teollisuusprosessit, (2) puhdas energiantuotanto, (3) energian siirto, jakelu ja varastointi. Ensisijoituksen koko on tyypillisesti luokkaa 0,5–2 M€, ja Sitra toimii kohdeyrityksissä aktiivisena vähemmistöosakkaana. Sitran Energiaohjelma keskittyy rakennetun ympäristön energiankäytön tehostamiseen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Ohjelman tavoitteena on edistää Suomen nopeaa muutosta ja uusiutumista energiatehokkaimmaksi yhteiskunnaksi, kannustaa suomalaisia energian säästämiseen, sekä luoda uusia kasvavia markkinoita ja menestyvää liiketoimintaa energian tehokkaan käytön ja kestävän tuotannon alueella.

4.5 Koulutuksesta ja osaamisesta

Uusiutuvan energian opetuksesta ja koulutuksesta on tällä hetkellä vaikea hahmottaa kokonaiskuvaa. Suomen eri korkeakouluissa ja teknillisissä yliopistoissa, esimerkiksi Aalto-yliopistossa, Jyväskylän, Helsingin, Vaasan ja Lappeenrannan yliopistoissa, on kaikissa uusiutuvan energian koulutusta tarjolla. Ammattikorkeakouluista opetusta annetaan mm. Jyväskylän ammattikorkeakoulussa ja Noviasa. Koulutussisältöjen ja opetuksen painotuksia kuvataan tässä raportissa lähinnä esimerkinomaisesti. Tämä siksi, että uusiutuvaa energiaa opetetaan laajalti eri korkeakoulujen ja niiden eri tieteenalojen ja oppiaineiden sisällä. Tarkka analyysi tämän hetken uusiutuvan energian koulutuksesta olisi aivan oman hankkeensa arvoinen aihe.

Voidaan jopa argumentoida, että kokoavan uusiutuvan energian koulutuksen näkökulmaa ei tarvitakaan, sillä esimerkiksi sähkö-, materiaali- tai prosessitekniikan osaaminen uusiutumattomaan, uusiutuvaan tai muuhun kontekstiin liittyen on yhtä ja samaa tiedollista ja taidollista osaamista. Sovelluskohde vain vaihtuu. Laaja-alainen käsitys uusiutuvan energian tämänhetkisestä osaamistilasta Suomessa olisi kuitenkin tarpeellinen, jotta esimerkiksi voitaisiin verkottaa eri korkeakoulujen sisällä tiedekuntien välistä opetusta. On myös tarpeen ottaa huomioon erilaisten toimijoiden näkemykset siitä, mihin suuntaan osaamista tulisi kehittää tulevaisuudessa.

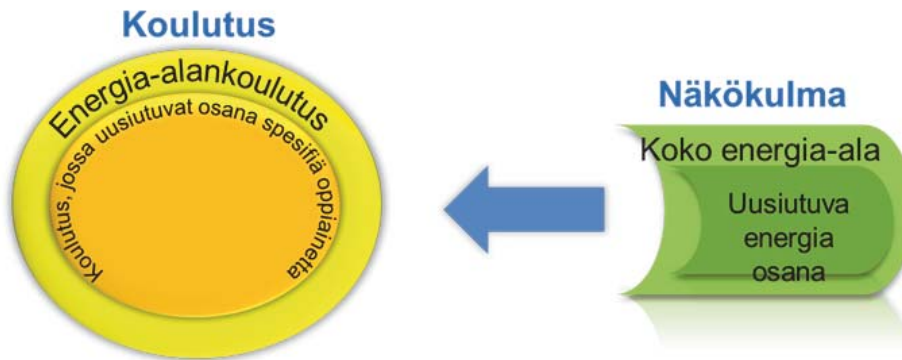
Kysyttäessä opetus- ja kulttuuriministeriöstä uusiutuvan energian koulutuspaikoista ja valmistuneista havaittiin, että tiedot ovat kovin hajallaan. Tällä hetkellä asiasta ei ole kokonaiskuvaa, vaan koulutuspaikat uppoavat esimerkiksi luonnonvara-alaan tai energia-alaan. Pitäisikö eriteltyä tietoa olla saatavilla, on tietysti relevantti kysymys, johon tässä ei oteta kantaa.

Tilannetta voi verrata kestäväen kehityksen koulutukseen, jonka osalta on tutkittu sitä, miten opetus tulisi järjestää tieteellisen ja soveltavan opetuksen suhteen ja eri oppialojen kesken: läpäisevästi eri aloille, kuten esimerkiksi osana kaikkea energiaopetusta, vai omana uusiutuvan energian oppiaineena (Kohl, et al 2008, 2009). Uusiutuvan energian opetus osana energia-alaa ja siellä vaikkapa osana sähkötekniikkaa esimerkiksi Lappeenrannan teknillisessä korkeakoulussa, on eräs ratkaisu siitä, miten uusiutuvasta energiasta ei tehdä omaa oppikokonaisuuttaan, vaan se on osana jotakin spesiaaliksi osaamiseksi nimettävää koulutusta. Näin koulutetut henkilöt pystyvät liikkumaan esimerkiksi sähkötekniikan alalla riippumatta uusiutuvan tai uusiutumattoman energian osaajien kysynnästä. Tätä voidaan nimittää osaamisen rajaamiseksi tietyn tekniikan mukaan.

Uusiutuvan energian koulutusta osana energia-alan koulutusta on seuraavassa tarkasteltu kahdesta eri näkökulmasta tässä hankkeessa esiin tulleiden näkökulmien pohjalta.

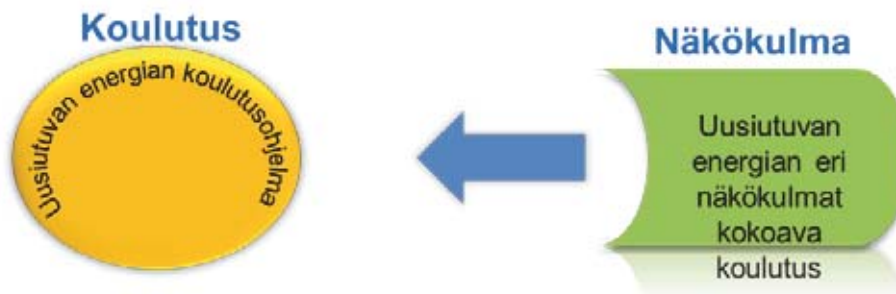
Ensimmäisessä lähestymistavassa (Kuva 4.49) energia-alan koulutus nähdään yläkategoriana, jonka osa uusiutuvan energian koulutus on. Tällöin energia-alan koulutuksessa keskitytään koko energia-alalla toimimisen edellytyksien opettamiseen, mutta esimerkiksi vain yhden oppialan näkökulmasta. Muita näkökulmia otetaan huomioon rajatusti. Koko energia-alan kontekstissa puolestaan on koko energia-alan kentän hallinta tasapuolisesti huomioituna.

Kuva 4.49. Uusiutuvan energian koulutus osana spesifiä energia-alan oppiainetta (muunnos kuvasta Kohl et al. 2007)



Toisessa lähestymistavassa (Kuva 4.50) tarkastelukohteena on uusiutuvan energian koulutus ja näkökulmana kokoava osaaminen, joka kattaa kestävän kehityksen eri ulottuvuudet. Tuotetaan siis sellaista uusiutuvan energianosaamista, jossa otetaan huomioon kestävän kehityksen näkökulmasta ympäristö, yhteiskunta, talous ja teknologia. Tässä näkökulmassa jätetään auki, mitä uusiutuvan energian koulutus kulloinkin on, koska siinä lähestytään uusiutuvaa energiaa näkökulmana, ei kohteena.

Kuva 4.50. Uusiutuvan energian koulutus omna oppiaineenaan (muunnos kuvasta Kohl et al. 2007)



Seuraavassa on otettu edellisiä malleja hyödyntäen korkeakoulumaailmasta esimerkkeinä kaksi erilaista koulutuspolkua, joissa molemmissa opetetaan uusiutuvaa energiaa.

Jyväskylän yliopiston uusiutuvan energian maisteriohjelma on esimerkki siitä, miten on kokonaisvaltaista uusiutuvan energian osaajien koulutusta on rakennettu monitieteiselle pohjalle.

Esimerkki: Jyväskylän yliopisto: Uusiutuvan energian tutkimus- ja koulutusohjelma

Ensimmäinen monitieteinen, kansainvälinen uusiutuvan energian ohjelma Suomessa (vuodesta 2003), jossa yhdistyvät Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan opetus ja tutkimus kemian, fysiikan ja ympäristötieteiden puolelta sekä yhteiskunta- ja taloustieteet.

Uusiutuvan energian maisteriohjelma kouluttaa uusiutuvan ja hajautetun energiantuotannon asiantuntijoita edistämään kestävää paikallisten energialähteiden hyödyntämistä. Ohjelma tarjoaa opiskelijoille vahvasti poikkitieteellisen näkemyksen uusiutuvan energian teknologiaan ja ymmärryksen sosio-ekonomisiin tekijöihin.

Valintamahdollisuuksina on kolme suuntautumisvaihtoehtoa:

- energiateknologia
- kestävä bioenergia
- energiapolitiikka

Uusiutuvan energian tutkimusohjelman tavoitteena on kehittää hajautettua energiantuotantoa ja lisätä demonstraatioprojektien avulla suuren yleisön tietämystä uusiutuvan energian teknologioista. Projekteissa on mukana paikallisia toimijoita kuten kuntia, tutkimuslaitoksia, yrityksiä ja maataloja. Valmistuneita on toistaiseksi 60 ja he ovat sijoittuneet mm. paikallisiin yrityksiin asiantuntijatehtäviin. Yhteistyötahoina ovat Vaasan yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Teknillinen korkeakoulu, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, VTT, Jyväskylä Science Park, Keskimaa sk., Jyväskylän Energia, Viitasaaren Lämpö Oy, HT Engineering Oy, Genano Oy, Veljekset Ala-talkkari Oy, Tulikivi Oy, Vapo Oy, Cleen Oy, Länsi-Suomen lääninhallitus, Euroopan sosiaalirahasto, Euroopan aluekehitysrahasto, Keski-Suomen osaamiskeskusohjelma, Jyväskylän kaupunki, Jyväskylän mlk, Keuruu, Konnevesi, Saarijärvi, Viitasaari, Äänekoski.

<https://www.jyu.fi/uusiutuvaenergia>

Toisena esimerkkinä tarkastellaan Lappeenrannan teknillisen yliopiston teknillisen tiedekunnan koulutuksen ja osaamisen painotuksia. Yliopiston painopistealueita ovat energiateknologia sekä metalli- ja prosessiteollisuus. Koulutusohjelman on tarjolla esimerkiksi energiatekniikka. Sillä tarkoitetaan energian tuotantoon, siirtoon, jakeluun ja käyttöön liittyvää tekniikkaa ja järjestelmiä. Koulutusohjelmalla pyritään syvällisen teknisen osaamisen lisäksi laaja-alaiseen eri energiaalojen hallintaan. Osaamisalueina mainitaan seuraavat painopisteet: energiajärjestelmien mallinnus, energiatalous, termodynamiikka, uusiutuvat energiajärjestelmät, virtaustekniikka, energian muunto, ydinturvallisuuden tutkimusyksikkö sekä ydinvoimatekniikka.

Esimerkki: Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LTY) energiatekniikan, ympäristötekniikan ja sähkötekniikan opetus ja tutkimustoiminta

Energiatekniikalla tarkoitetaan energian tuotantoon, siirtoon, jakeluun ja käyttöön tarvittavaa tekniikkaa ja järjestelmiä. Tavoitteena on, että opiskelija saa riittävät perustiedot eri voimalaitostyypeistä, niiden turvallisuudesta ja optimoinnista sekä oppii hallitsemaan energiaprosesseihin liittyvät komponentit kuten kattilat, polttimet, reaktorit, turbiinit, kompressorit ja pumput, kylmätekniikkaa unohtamatta. Käsiteltäviä voimalaitostyyppejä ovat muun muassa höyryvoimalaitokset, ydinvoimalaitokset, kaasuturbiinivoimalaitokset, polttomoottorivoimalaitokset ja tuulivoimalaitokset. Opetuksen punaisena lankana on energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys.

Ympäristötekniikan koulutusohjelman tavoitteena on tuottaa laaja-alaisen ympäristöosaamisen hallitsevia diplomi-insinöörejä. Ympäristöasioiden hallitseminen edellyttää monipuolista paneutumista eri tieteenalojen näkökohtiin. Opetus Lappeenrannan teknillisellä yliopistolla sisältää tekniikan lisäksi ympäristöjohtamisen ja -talouden opintoja. Tekniikan opinnot painottuvat päästöjen hallintaan. Koulutusohjelma koostuu luonnonvarojen käytöstä ja niiden jalostuksesta eri tuotteiksi ja palveluiksi, energian tuotannosta ja siirrosta, kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten päästöjen hallinta- ja puhdistusmenetelmistä, ympäristövastuullisesta yritystoiminnasta, elinkaariarviointista, ympäristöasioiden hallinnasta ja johtamisesta, yrityksen toiminnan kannalta keskeisestä lainsäädännöstä. Ympäristötekniikan osana toimii myös aivan omanaan bioenergian koulutusohjelma, jossa keskitytään energian tuotannon ja kulutuksen ympäristö- ja yhteiskuntavaikutusten ymmärtämiseen. Koulutusohjelma keskittyy bioenergian teknologiaan, energiateknologian avulla päästävien ympäristövaikutusten minimoimiseen. Tarkoituksena on kouluttaa specialisteja vastaamaan teollisuuden haasteisiin tulevaisuudessa.

Erilaiset muotoutumassa olevat tutkimuksen yhteistyöverkostot tukevat LTY:n roolia kansallisesti energia-alan suurimpana tutkimusta ja koulutusta antavana tutkimuslaitoksena. ENTE:llä tiivis yhteistyö erityisesti VTT:n Jyväskylän ja Espoon yksiköiden kanssa sekä Tampereen teknillisen yliopiston kanssa. Yritykset ovat myös osallistuneet aktiivisesti uuteen kehitykseen. Käynnissä olevissa tutkimuksissa on mukana mm. sähköntuottajayhtiöitä (FORTUM, PVO) sekä laitevalmistajia (Foster Wheeler, Metso Power, Andritz). Soveltavan tutkimuksen tärkeitä osaamisalueita ovat prosessien mallintaminen, kattila- ja polttoprosessien sekä leijukerrosprosessien osaaminen.

<http://www.lut.fi/fi/technology/lutenergy/energy/research/sivut/uusiutuvatenergiaj%C3%A4rjestelm%C3%A4t.aspx>

Yllä tarkasteltujen kahden yliopiston lisäksi osaamista on eri korkeakouluissa ja ammatillisissa oppilaitoksissa, kuten todettu. Mikäli kokonaiskuvaa halutaan selvittää koulutuksen ja osaamisen suuntaamiseksi ja sisältöjen kehittämiseksi, asiaa tulisi tarkastella omana erillisenä tutkimuksenaan yhteistyössä opetushallinnon ja ministeriön kanssa.

Kaiken kaikkiaan niin yksityinen kuin julkinenkin sektori ovat viime vuosina panostaneet huomattavasti energia-alan T&K-toimintaan. Tosin kaikilta osin ei ole selvää, kuinka paljon rahoitus on kohdistunut nimenomaan uusiutuvaan energiaan. Vaikuttaa siltä, että rahoituksen kohdentamisesta, osaamisesta ja tutkimus- ja kehitystoiminnasta ei ole olemassa kokonaisvaltaista käsitystä. Osa tässä hankkeessa kuulluista toimijoista, ei pidä tätä ongelmallisena koska uusiutuva energia ei heidän mielestään ole oma erillinen ala, oppikokonaisuus tai kehittämiskohde. Jotkut toimijat painottavat sitä

vastoin Cronbergin ja Kinnusen (2010) tapaan tarvetta (bioenergia-alan) kriittisen massan tuomista yhteen alan viemiseksi uudelle, vanhat organisaatiokulttuurit ylittävälle tasolle, jotta Suomi vastakin menestyisi kansainvälisessä kilpailussa.

4.6 Näkymiä uusiutuvasta energiasta elinkeinona alueellisesti ja työllisyyskehityksestä

Uusiutuvan energian alueellisella liiketoiminnalla voi olla huomattava merkitys työllisyydelle ja osaamisen kehittämislle kansallisesti ja alueellisesti. Pelkästään taloudellisten indikaattoreiden ja lukujen valossa ei kuitenkaan saada kokonaiskuvaa siitä, mitä kilpailukykyisten alueiden kehittämisessä kannattaa ottaa huomioon taloudellisten kannusteiden lisäksi. Uusiutuvan energian arvoketjun eri päissä on hyvinkin erilaista osaamista ja työvoimaa vaativia tehtäviä. Aluerakenne vaikuttaa esimerkiksi liikkumiseen, työvoiman saatavuuteen ja koulutukseen ja sitä kautta myös uusiutuvaan energiaan liittyvän liiketoiminnan kehittämiseen. Näiden ”primäärien” vaikutusten ohella on syytä pitää mielessä myös ”sekundääriset” vaikutukset, kuten erilaiset uusiutuvaan energiaan liittyvät palvelut tai alueiden kehittäminen työvoiman houkuttelevuuden perusteella. Kokonaisvaltainen pitkäkestoinen suunnittelu ei voi perustua pelkästään teknistaloudellisiin näkökohtiin. On esimerkiksi panostettava tulevan kehityksen ennakkointiin, mutta samalla myös rakennettava jo olemassa olevien vahvuuksien varaan.

Uusiutuvan energian ympärille on syntynyt liiketoimintaa, osaamista ja koulutusta etenkin Keski-Suomeen ja Vaasan seudulle. Asiasta on tehty selvityksiä mm TEM:n julkaisussa Bioenergia 2020 (Villa ja Saukkonen, 2010) ja Kiinteisiin biomasapolttoaineisiin liittyvä liiketoiminta Keski-Suomessa (TEM, 2010). Bioenergiaan liittyvä liiketoiminta näyttää olevan Keski-Suomessa sekä liikevaihdoltaan että henkilöstömääriltään ylivoimaisen suurta Suomen muihin maakuntiin verrattuna, vaikkei suurin osa maan bioenergia-alan yrityksistä siellä sijaitsekaan. Mitään erityistä syytä tähän ei TEM:n (2010) selvityksessä löytynyt.

Vaasan seutu puolestaan on Pohjoismaiden suurin energiaklusteri, mikä johtuu ainakin osin korkeasta osaamistasosta, monipuolisesta eri toimijoiden välisestä vuorovaikutuksesta ja yhteistyöstä sekä joidenkin Wärtsilän kaltaisten veturiyritysten sijainnista alueella. Energiaklusteriin kuuluu tätä nykyä yli 100 yritystä, jotka yhdessä työllistävät noin 10 000 henkilöä. Lisäksi kunkin teollisuustyöpaikan lasketaan synnyttävän keskimäärin 2,5 työpaikkaa muille sektoreille. Viennin osuus energiaklusterin tuotannosta on huomattavan korkea, yli 70 %. Uusiutuvat energianlähteet ja hajautettu energiantuotanto tarjoavat Vaasan seudulla monia investointimahdollisuuksia. Alueen sijaintia eli rannikkoa aiotaan lähitulevaisuudessa hyödyntää tuulivoiman merkittävään laajentamiseen. Keväällä 2009 alueella oli 9 tuulivoimalaa, joiden yhteisteho oli 5,5 MW. Merenkurkun alueelle on suunnitteilla kuusi suurehkoa tuulipuistoa, mm. Raippaluotoon, Laihialle, Vähäänkyröön, Maalahteen ja Korsnäsiin. Niiden kokonaisteho voi nousta jopa 2 800 MW:iin. Teknologiakeskus

Oy Merinova Ab koordinoi energiatekniikan klusteriohjelmaa valtakunnallisessa OSKE-osaamiskeskusohjelmassa. Hajautetun energiantuotannon, esim. tuuli- ja aurinkoenergian lisäksi Vaasan seutu kantaa ohjelmassa päävastuun sähkönjake-
lusta, ICT:stä ja sähkönkulutuksesta (<http://www.vasek.fi/energia-ja-innovaatiot>).

Arvoketjujen tarkastelua vaikeuttaa rajauksen haasteellisuus, koska uusiutuva energia voi olla vain osa tietyn yrityksen toimikenttää, minkä vuoksi kokonaisku-
van luominen esimerkiksi bioenergialiiketoiminnan arvoketjun eri osissa toimivista
yrityksistä on vaikeaa. Työllisyys-, elinkeino- ja aluepoliittisten vaikutusten arviointi
tuottaa täten vain viitteellisiä arvoja, jotka riippuvat siitä, miten uusiutuva ener-
gia on määritelty ja mitkä arvoketjun osat on laskettu välillisesti tai välittömästi
mukaan. Keskeistä lienee löytää arvoketjuissa keskinäisen kilpailun sijaan verkot-
tunut kumppanuus sekä perinteisten vahvuuksien yhdistäminen uudenvuoroon vaa-
timuksiin niin lokaalisti kuin globaalistikin.

Yksi tarkastelutapa alueelliseen kehittämistyöhön uusiutuvan energian liiketoi-
minnan osalta on osaamiskeskusten tarkastelu. Alueellista energia-alan tukemista
tekevät energiateknologian osaamiskeskukset, joilla vastataan toisaalta energiasek-
torin suureen murrokseen ilmastomuutoksen ajaessa kestävä kehityksen huomi-
oivaan energiantuotantoon, ja toisaalta autetaan yrityksiä liiketoiminnan kehittämi-
seen, työpaikkojen luomiseen ja vientipotentiaalien löytymiseen erilaisia verkostoja
hyödyntämällä. Energiateknologian osaamiskeskukset ovat Länsi-Suomen osaamis-
keskus (Merinova Oy), Jyväskylän seudun osaamiskeskus (Jyväskylä Innovation Oy),
Satakunnan osaamiskeskus (Priztech Oy), Pohjois-Karjalan osaamiskeskus (Joensuun
tiedepuisto Oy), Tampereen seudun osaamiskeskus (Hermia Oy), Kaakkois-
Suomen osaamiskeskus (Lappeenranta Innovation Oy) ja Varkauden seudun osaa-
miskeskus (Navitas Kehitys Oy ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto). Kuvassa 4.51
esitellään niiden tunnuslukuja. Lähderaportissa huomautetaan että vaikuttavuusta-
voitteissa on taulukon lukujen laskentatavat osaamiskeskuskohtaisia, ja näin ollen
niissä saattaa olla poikkeavuuksia. Selvää on, että taulukossa olevat luvut koskevat
niin uusiutuvaa kuin uusiutumatontakin energiaa.

Kuva 4.51. Energiateknologian osaamiskeskukset Suomessa (Energiateknolo-
gian klusteriohjelma 2007–2013, s 11)

	<i>Merinova</i>		<i>Hermia</i>		<i>Jyväskylä Innovation</i>		<i>Priztech</i>		<i>Joensuun tiedepuisto</i>		<i>Yhteensä</i>	
	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013
Liikevaihto, M€	2700	3600	850	1150	780	840	3000	3800	750	1300	8080	10690
Vientitavoite, M€	1890	2520	550	750	120	150	2500	3100	460	800	5520	7320
Viennin vuotuinen kasvutavoite, %	15	15	10	10	10	10	8	8	10	10		
Uusia työpaikkoja, yht. kpl	320	640	160	320	130	200	70	130	320	710	1000	2000
Uusia yrityksiä, yht. kpl	140	280	10	20	15	20	10	20	25	50	200	390
Uusia innovaatioita, yht. kpl	105	210	15	30	40	60	10	20	40	80	210	400
Ohjelmaan osallistuneiden yritysten määrä yht. kpl	250	500	120	200	20	40	180	250	30	50	600	1040
Ohjelmaan osallistuneiden yritysten määrän vuotuinen muutos, kpl	70	70	30	20	4	4	30	30	4	7	138	131

Työllisyysvaikutusten kannalta yksi merkittävimmistä elinkeinopoliittisista toimista on ollut uusiutuvan energian velvoitepaketti (TEM, 2010). EU edellyttää (direktiivi 2009/28/EY) Suomen nostamaan uusiutuvan energian osuuden energian loppukäytöstä 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Komissiolle oli toimitettava kesäkuun loppuun 2010 mennessä kansallinen uusiutuvan energian toimintasuunnitelma. Tavoitteen ja tarvittavat ohjauskeinot oli eriteltävä kolmella sektorilla: 1) uusiutuva sähkö, 2) uusiutuva lämmityksessä ja jäähdytyksessä ja 3) uusiutuva liikenteessä. Seuraavassa esitetään keskeisiä poimintoja uusiutuvan energian toimintasuunnitelmasta.

Tuulivoimahankkeiden kotimaisuusaste vaihtelee valitun teknologian mukaan:

Tuulivoimaan tehtävien investointien kokonaismääräksi voidaan arvioida noin 3,5 miljardia euroa, josta kotimaisen työn osuus voi olla noin 1,9–2,5 miljardia euroa. Jos tuulivoimalassa käytetään ulkomailla valmistettuja turbiineja, joissa ei ole suomalaista teknologiaa, kotimaisuusaste voi jäädä 35–40 prosentin tasolle. Jos ulkomailla valmistetuissa turbiineissa on suomalaista teknologiaa, on kotimaisuusaste 50 prosenttia tai korkeampi. Jos tuulivoimalassa käytetään kotimaassa valmistettuja turbiineja, joissa on suomalaista teknologiaa, voi kotimaisuusaste nousta 80 prosenttiin.

Tuulivoimaloihin verrattuna biokaasuvoimaloiden vaikutukset ovat vähäisemmät ja vaikutukset varsinkin työllisyyteen jäänevät paljolti paikallisiksi.

Mitä saavutetaan: energiatuet ja niiden työllisyysvaikutus:

750 miljoonan euron energiatuella saadaan aikaan 4–5 -kertaiset investoinnit, noin 3–3,75 miljardia euroa riippuen tuettavista tekniikoista. Em. investointien suora rakennusaikainen työllisyysvaikutus on noin 4500 henkilötyövuotta. Lisäksi em. investointeihin sisältyvien laitehankintojen suora vaikutus konepajateollisuuteen alihankkijoihin on noin 8000 henkilötyövuotta. Metsä- ja muiden kiinteiden polttoaineiden hankinnassa käytön aikana syntyvä työllisyysvaikutus on noin 4000 henkilötyövuotta. Pysyviä työpaikkoja laitoksille ja investoihin yrityksiin syntyisi noin 1500–2000 henkilötyövuotta.

Mitä saavutetaan: metsäenergian 13,5 Mm³ investointi- ja työllisyysvaikutukset

Tutkimusten mukaan metsähakkeen 15 milj. kiinto-m³:n työllisyysvaikutukset vuonna 2020 olisivat noin 6900 henkilötyövuotta. Ne jakaantuvat seuraavasti: metsähakkeen tuotanto ja kuljetus 6200, lämpöyrittäjäys 400, sähkön ja lämmön suur- tuotanto 150, polttoainetalosteiden valmistus 150. Metsähakkeen käytön kolminkertaistaminen 15 milj. kiinto-m³:een vuodessa edellyttää noin 700 milj. € laiteinvestointia korjuu- ja kuljetuskalustoon, jonka valmistus myös työllistää merkittävästi konepajateollisuutta. Nyt sovitulla 13,5 miljoonan kiintokuutiometrintasolla päästään lähes samoihin vaikutuksiin.

Mitä saavutetaan: edelläkävijämarkkina uusiutuvalla ja siihen liittyvälle teknologialle

Ilmasto- ja ympäristöalan liikevaihto on nyt arviolta 15-20 mrd. euroa ja vienti yhteensä noin 10 mrd. euroa. Energiateknologian vienti vuonna 2009 oli noin 5 mrd euroa. Ilmasto- ja ympäristöosaaminen työllistää Suomessa noin 30 000. Lisäyspotentiaali vuoteen 2020 mennessä on tuhansia tai jopa yli 10 000 työpaikkaa, Nyt tehdyt ratkaisut luovat kotimaista kysyntää tulevaisuuden teknologialle.

Mainittakoon lyhyesti anekdoottina, että akavalainen työntekijäjärjestö Ympäristöasiantuntijoiden keskusliitto (YKL) teki keväällä 2011 jäsenistölleen kyselyn uusiutuvasta energiasta osaamisen, koulutuksen ja työllistymisen näkökulmista. Yhteensä vastaajia tässä kyselyssä oli 460, joista 77 henkilöä katsoi työskentelevänsä uusiutuvan energian parissa (16,7% vastanneista). Näistä puolestaan 54,5% vastasi työskentelevänsä biomassan parissa ja 33,8% tuulivoiman parissa. Mielenkiintoista tässä on tuulivoiman parissa työskentelevien määrän osuus verrattuna tämän tutkimuksen liiketoimintaan ja yritysten tulevaisuuden näkymistä kertovaan haastattelu- ja kyselyosuuteen. Selvää on, että liian pitkälle vietyjä ja kovin analyytistä tarkastelua ei näistä luvuista ole syytä tehdä.

Työllisyysvaikutukset

Uusiutuvan energian työllisyysvaikutusta arvioitiin Lindroos ja kumpp. 2012 selvityksessä uusiutuvan energian vaikutuksista mm. kansantalouteen. Arviossa tarkasteltiin pelkästään lisätyöllisyysvaikutusta vuodesta 2010 vuoteen 2020 (ks Kuva 4.52). Tuulivoiman kohdalla tämä ei juuri muuta arviota, sillä alle 10 % tavoitekapasiteetista oli rakennettu vuonna 2010. Metsähakkeen kohdalla tämä taas vaikuttaa arvioon paljon, sillä vuonna 2010 käytettiin jo melkein puolet tavoitteen mukaisesta metsähakkeen määrästä (Lindroos ja kumpp. 2012).

Kuva 4.52. Lisätyöllisyysvaikutus

Taulukko ii. Kirjallisuuskatsauksella arvioitu suora lisätyöllisyysvaikutus vuonna 2020, jos tarkasteltujen uusiutuvan energian muotojen käyttö lisääntyy vuodesta 2010 kuten tavoitellaan. Tarkempi selitys löytyy luvuista 2.5, 3.4, 4.5 ja 5.6.

	Metsähake	Tuuli- voima	Biokaasu- reaktorit	Liikenteen biopolttoaineet
Infrastruktuurin rakentaminen	?	175	?	?
Voimaloiden ja koneiden valmistus	200–300 ¹⁾	750 ²⁾	?	?
Poltto- tai raaka-aineen tuotantoketju	2500 ³⁾	0	?	500–850 ⁴⁾
Käyttö- ja kunnossapito	?	400	100–150	?

1) Arvio sisältää pelkästään korjuu- ja kuljetuskaluston valmistamisen suoran työllisyysvaikutuksen. Arviosta puuttuu voimaloiden rakentaminen ja metsäteknologiateollisuuden alihankkijat.

2) Tuulivoimaloiden valmistuksen työpanoksen jakautumista koti- ja ulkomaille ei arvioitu.

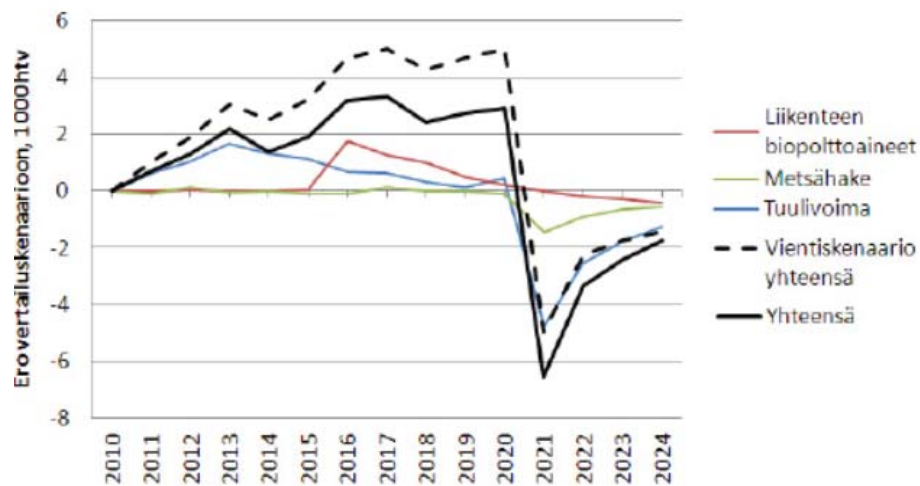
3) Arviot metsähakkeen ja liikenteen biopolttoaineiden raaka-aineen korjuun työpaikoista ovat mahdollisesti osittain päällekkäisiä.

4) Arvio sisältää ainoastaan metsähakedieselin työllisyysvaikutuksen. Muun kotimaisen tuotannon työllisyysvaikutuksista ei löytynyt arvioita. Arvio on mahdollisesti osittain päällekkäinen metsähakkeen työllisyysarvion kanssa.

Investointivaiheessa työpaikkojen määrä rakennus- ja energiateknologiasektorilla lisääntyy, mutta toisaalta investoinnit korvaavat jotain muuta tuotantoa ja nostavat pääomavaltaisen teollisuuden investointikustannuksia, mikä heikentää niiden kasvua ja joskus kokonaistyöllisyyttäkin vertailuskenaarioon verrattuna. Toisaalta, jos investoinneilla pystytään pienentämään tuontia ja lisäämään kotimaista valmistusta, kuten metsähakedieselin tapauksessa, voidaan kasvattaa työllisyyttä ja valtion tuloja. (Lindroos ja kumpp. 2012)

Kuvassa 4.53 vertaillaan skenaarioiden työllisyysvaikutuksia. Kuvan 4.53 perusteella on selvää, että investointivaiheessa työllisyyskehitys on kaikissa skenaarioissa vertailuskenaariota parempi. Pidemmällä aikavälillä kehitys riippuu kuitenkin siitä, millaisia tavoitteita energiasektorille asetetaan tulevaisuudessa. Tässä on oletettu, että tavoitteiden saavuttaminen vuoteen 2020 mennessä aiheuttaa investointien äkkipysähdyksen ja työllisyyden tilapäisen notkahduksen, mihin sopeutumiseen kuluu muutama vuosi. Todellisuudessa asetettaneen uusia tavoitteita, jos halutaan saavuttaa syviä päästövähennyksiä vuoteen 2050 mennessä. Tällöin uusiutuvan energian työllisyysvaikutus saattaisi parhaimmillaan jatkaa kasvua. Kuvassa II on tarkasteltu myös vientiskenaariota, jossa energiateknologian vienti kasvaisi muita skenaarioita enemmän. Vientiskenaariossa oletetaan, että Suomi vähintäänkin säilyttäisi markkinaosuutensa energiateknologian markkinoilla. Tällöin koko teknologiateollisuuden vienti kasvaisi noin 1–2 prosenttia vertailuskenaariota nopeammin ja työllisyysvaikutus olisi vuonna 2020 noin 2000 htv parempi kuin metsähakkeen, tuulivoiman ja liikenteen biopolttoaineiden yhteisvaikutus ilman viennin lisääntymistä. (Lindroos ja kumpp. 2012.)

Kuva 4.53. Malliarvio työllisyysvaikutuksista eri skenaarioissa.



Kuva II. Malliarvio työllisyysvaikutuksista eri skenaarioissa.

5 Yritysten ja muiden toimijoiden näkemyksiä uusiutuvan energian nykytilasta ja kehityksestä

Haimme Uutu -projektissa näkemyksiä suomalaisen uusiutuvan energian yritysten kehitystilanteesta, -suunnasta ja -tarpeista myös yrityksille ja muille toimijoille suunnattujen haastattelujen ja yritysten joukossa tehdyn kyselyn avulla. Keskeinen kysymys oli, miten elinkeinopolitiikan keinoin voidaan luoda entistä paremmat edellytykset suomalaisille yrityksille pärjätä kansainvälisessä liiketoiminnassa.

5.1 Yritys- ja toimijahaastattelut

Keskeisiä kohderyhmiä yritysten haastatteluissa olivat laite- ja laitostoimittajat sekä energiayhtiöt. Haastatteluja toteutettiin kymmenen yrityksen edustajan kanssa. Joukossa oli pieniä, keskisuuria ja isoja yrityksiä. Haastateltavana oli kaikissa tapauksissa yrityksen ylin johto: kahdeksassa tapauksessa toimitusjohtaja ja kahdessa liiketoimintayksikön johtaja. Haastatteluihin osallistuneet yritykset voidaan luokitella energiamuodon perusteella seuraavasti:

- Bioenergia, 5 yritystä: kunnallinen energiayhtiö, voimalaitosten ja kattiloiden toimittaja, kotitalouksiin sopivien lämmitys- ja energiaratkaisujen toimittaja, teollisten polttolaitosten toimittaja sekä biopolttoaineen tuotantoteknologian toimittaja.
 - Tuulivoima, 2 yritystä: tuulivoiman tuottaja sekä tuulivoimalaitosten toimittaja
 - Aurinkoenergia, 3 yritystä: aurinkokeräimien toimittaja, aurinkokennojen komponenttitoimittaja sekä aurinkokennojen tuotantovälineiden toimittaja.
- Haastattelujen pohjalta näemme, että alan yritykset ovat voimakkaasti kasvuun ja kansainvälistymiseen pyrkiviä. Valmistaville yrityksille kotimarkkinat toimivat ponnistuslautana kansainvälisille kasvumarkkinoille. Suomessa nämä yritykset kehittävät teknologiaa ja testaavat uusia tuotteita. Asiakkaat ovat kuitenkin ulkomailla, ja laadukas asiakaspalvelu edellyttää toimintaa lähellä asiakkaita. Tästä syystä uusiutuvan energian yritykset rakentavat tuotanto- ja palveluverkostoja keskeisillä markkina-alueilla kuten Kiinassa, Intiassa, USA:ssa ja Etelä-Amerikassa. Kotimaa ja lähialueet ovat monelle kuitenkin edelleen tärkeitä markkina-alueita.

Yrityksille keskeinen haaste on uusiutuvan energian ja erityisesti alan uuden teknologian käyttöönotto. Energiayhtiöt tarvitsevat vakaan ympäristön ja kannustimia siirtymään kannattavasta fossiilisesta energiatuotannosta uusiutuvaan energiaan ja laite- ja laitostoimittajat haluavat tuoda entistä tehokkaampaa teknologiaa markkinoille parantaakseen omaa kilpailukykyään kansainvälisillä markkinoilla. Uuden

teknologian pilotointi ja kasvun toteuttaminen pienissä ja keskisuurissa kasvuyrityksissä edellyttää julkisilta toimijoilta aktiivista otetta toimintaedellytysten luojana.

Toimijahaastatteluissa (ks. liite 1.) otoksessa oli mukana erityisesti eri järjestöjen, rahoittajan ja tutkimuspuolen edustajia. Tarkoituksena oli saada kommentteja kirjallisuusselvityksen perusteella esiin tulleeisiin tuloksiin ja kuulla toimijoiden näkemyksiä tulevaisuuden uusiutuvaan energiaan liittyvistä liiketoimintapotentiaaleista sekä julkisen vallan toimenpidesuosituksia. Haastatellut valittiin hankkeen ohjausryhmää kuullen. Yhteensä haastateltuina ja kuultavina on ollut 15 henkilöä yritystoiminnan ulkopuolelta. Haastatteluilla ei haettu peittävyttä, vaan pohjaa jatkoanalyysille mm. työpajatyöskentelyn ja yrityskyselyn pohjaksi sekä konkreettisten ehdotusten kartoittamiseksi.

5.1.1 Laite- ja laitostoimittajat

Haastatelluista yrityksistä seitsemän toimittaa energiatuotannon komponentteja, laitteita tai laitoksia. Nämä yritykset ovat voimakkaasti vientiin ja kansainväliseen liiketoimintaan orientoituneita. Osa niistä on jo kansainvälisesti merkittävässä asemassa omalla alallaan. Pienemmät yritykset ovat vielä toimintansa alkuvaiheessa.

Uusiutuva energia nähdään kaikissa edellä mainituissa yrityksissä kansainvälisenä kasvumarkkinana ja vuoteen 2015 mennessä odotetaan merkittävää liiketoiminnan kasvua. Pienistä yrityksistä kaksi on asettanut tavoitteekseen kasvattaa liikevaihtonsa yli 100 miljoonaan euroon. Yksi toimittajista tavoittelee liikevaihdon kaksinkertaistamista nykyisestä 30 miljoonasta eurosta ja toisen strategiana on kasvattaa uusiutuvan energian osuutta nykyisestä noin 50 miljoonan euron liikevaihdosta. Myös muilla laite- ja laitostoimittajilla on tavoitteena kasvaa merkittävästi.

Tuulivoimateollisuudelle vuodet 2010–2011 ovat olleet kovia sekä Suomessa että ulkomailla. Kansainvälinen epävarmuus finanssimarkkinoilla on vähentänyt energiyhtiöiden investointeja, mikä on näkynyt laitetoimittajien tilausten lukumäärän ja volyymin supistumisena. Pidemmällä tähtäimellä uskotaan markkinoiden toipuvan ja kääntyvän kasvuun. Suomalaisten toimijoiden haasteena on pysyä kilpailukykyisinä markkinoiden kääntyessä taas nousuun.

Teknologinen etumatka

Haastatellut laite- ja laitostoimittajat kokevat, että heillä on teknologinen etumatka kilpailijoihinsa nähden. Tuotteet ovat tyypillisesti Suomessa kehitettyjä kapean markkinasegmentin niche-tuotteita. Yritykset ovat saaneet tuotekehitykseensä taloudellista tukea Tekesiltä ja osaamista on hankittu kotimaisilta tutkimuslaitoksilta ja yliopistoilta. Yhteistyö muiden suomalaisten yritysten kanssa on keskeisessä asemassa teknologian kehittämisessä.

Yritysten ydinosaaminen liittyy bioenergiapuolella tyypillisesti polttoprosessin hallintaan tai biopolttoaineen valmistusprosessiin. Aurinkoenergian puolella korostuvat materiaaliteknen osaaminen ja funktionaalisten pinnoitteiden tuottamiseen

liittyvä kemia- ja fysiikkaosaaminen. Tuulivoimapuolella erikoistutaan mm. arktisten tuuli- ja jääolosuhteiden hallintaan.

Yritysten tutkimustoimintaan osallistuvat Suomessa mm. Aalto-yliopisto, Helsingin yliopisto, Jyväskylän yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Mikronova, VTT sekä Mikkelin ammattikorkeakoulu. Kahden yrityksen ydintuotteet perustuvat VTT:llä kehitettyyn teknologiaan ja teknologian siirtoon. Osalla yrityksillä on myös omaa tutkimustoimintaa.

Myös yritysten asiakkaila on merkittävä rooli teknologian kehittämisessä. Aurinkokennojen materiaalitoimittaja näkeekin oman roolinsa ratkaisutoimittajana, joka omalla vahvalla teknologiaosaamisellaan kehittää räätälöityjä ratkaisuja asiakkailleen. Kattilatoimittajan asiakkaat taas haluavat ratkaisuja oman energianlähteensä polttamisen optimointiin.

Kansainvälisen yhteistyön merkitys teknologian kehittämisessä kasvaa. Esimerkiksi aurinkokennojen tuotantolaitteita valmistavan yrityksen tapauksessa suurin osa yhteistyökumppaneista tulee tänä päivänä jo ulkomailta. Aurinkokeräimiä valmistavalla yrityksellä on keskeisiä t&k-kumppaneita mm. Portugalissa.

Teknologisen etumatkan ylläpitäminen edellyttää, että tutkimukseen ja tuotekehitykseen panostetaan tulevaisuudessa jopa entistä enemmän. Uusiutuvan energian markkinoiden kasvaessayhä isommat kilpailijat resursseineen tulevat mukaan kilpailuun. Suomalaisten yritysten pärjääminen kilpailussa edellyttää teknologisen osaamisen, verkostoitumisen ja asiakaspalvelun vahvistamista.

Toiminta kotimaassa ja lähellä asiakkaita

Suomessa laite- ja laitostoimittajat tekevät tuotekehitystä, avainkomponenttien valmistusta sekä myyntiä, loppukokoonpanoa ja huoltoa kotimaan ja osittain myös lähialueiden markkinoita varten. Kotimaassa on omat tehtaat ja alihankintaverkosto, joka tuottaa komponentteja ja osia kotimaan ja lähialueiden tarpeisiin.

Sekä pienet, keskisuuret että isot laite- ja laitostoimittajat panostavat toiminnan kehittämiseen lähellä asiakkaita. Toiminta lähellä asiakkaita on laite- ja laitostoimittajille kilpailuedellytys ja merkittävä osuus komponenttivalmistuksesta, loppukokoonpanosta ja palveluliiketoiminnasta tapahtuukin ulkomailla. Usealla yrityksellä on tehtaita Aasiassa kuten Intiassa tai Kiinassa, ja monella muulla yrityksellä on suunnitelmassa omien tehtaiden perustaminen lähelle markkinoita mm. Kiinassa, USA:ssa, Euroopassa ja Etelä-Amerikassa. Asiakkaat vaativat entistä parempaa palvelua mm. toimitusvarmuuden, kotimaisuusasteen ja huoltovarmuuden osalta. Tehtaiden lisäksi näille markkinoille rakennetaan myynti- ja huoltoverkostoja. Koska ulkomaiset yritykset ovat osoittaneet kiinnostusta suomalaiseseen osaamiseen ja teknologiaan, käydään myös keskustelua yhteisyritysten perustamisesta ulkomailla.

Kansainväliset markkinat

Laite- ja laitostoimittajien päämarkkinat ovat suurelta osin ulkomailla. Etenkin aurinkoenergian puolella kotimaan markkinat ovat hyvin pienet, eikä aurinkokennoja

valmistavia yrityksiä löydy Suomesta. Aurinkokeräimiä on toimitettu suomalaisille asiakkaille, mutta markkinat ovat rajalliset. Biopuolella tilanne on erilainen. Täällä kotimarkkinat ovat keskeisessä roolissa mm. uuden teknologian kehittämisessä ja pilotoinnissa. Myös tuulivoimalatoimittajalle koti- ja lähimarkkina-alueet ovat tärkeitä.

Haastatteluihin osallistuneiden yritysten kannalta keskeisimmät markkina-alueet ulkomailla ovat Kiina, Intia, Venäjä, USA, Keski-Eurooppa, Skandinaavia ja Baltian maat sekä Etelä-Amerikka, erityisesti Brasilia.

Markkinoiden kasvupotentiaalin ollessa ulkomailla laite- ja laitostoimittajien liiketoiminnan kasvu tulee tapahtumaan siellä. Tämä on edellytyksenä myös kotimaan toiminnan kasvulle. Kasvu ei tule näkymään täysimittaisesti suomalaisissa liikevaihto- ja vientitilastoissa.

Rahoituksen niukkuus

Liiketoiminnan kehittämisen keskeisenä haasteena yritykset kokevat suomalaisen rahoituksen niukkuuden. Tämä koskee ennen kaikkea pienempiä ja nopeasti kasvavia yrityksiä. Isommat tai isompaan konserniin kuuluvat yritykset kokevat rahoituksen saannin helpommaksi järjestää. Rahoituksen niukkuus heijastuu yritysten toimintaan useammalla tavalla. Keskeisiä ovat pilotoinnin rahoittaminen ja riskinjako, myynnin ja markkinoinnin rahoitus, kasvun rahoittaminen sekä toimituskokonaisuuden kasvattaminen. Seuraavassa on tässä mukana olleiden yritysten näkemyksiä.

- 1) Pilotoinnin riskinjako: uuden tuotteen kehittämisen jälkeen yrityksen tulee osoittaa, että tuote toimii käytännössä luvutulla tavalla. Laite- tai laitostoimittajan tuote on integroitava isompaan energiajärjestelmään sekä ajettava ja optimoitava toimimaan luvutulla tavalla. Laitteen tai laitoksen toimintakyky vaikuttaa tätä kautta suoraan asiakkaana toimivan energiayhtiön tai energiaa hyödyntävän yrityksen liiketoimintaan. Uuden teknologian pilotointi tuo isoja riskejä sekä uuden teknologian käyttäjille että toimittajille. Haasteena on löytää osapuolia, jotka ovat valmiita jakamaan pilotoinnista syntyviä taloudellisia riskejä.
- 2) Myynnin ja markkinoinnin rahoittaminen: kansainvälisille niche-markkinoille tähtäävältä, aloittavalta yritykseltä asiakaskontaktien luonti, teknologian esittäminen sekä luottamuksellisten asiakassuhteiden rakentaminen ja ylläpito vaativat paljon aikaa ja resursseja.
- 3) Kasvun rahoittaminen: pienet, kasvu-uralle suuntautuneet yritykset kokevat haasteelliseksi löytää rahoitusta vastaamaan voimakkaasti kasvavaan kysyntään. Kun yritys pilottien ja demonstroinnin kautta onnistuu vakuuttamaan asiakkaitaan laitteensa tai laitoksensa hyvydestä, seuraa asiakkaan tarve laajentaa teknologian käyttöä omassa toiminnassaan. Pienelle, alkavalle yritykselle tämä tarkoittaa, että seuraava tilaus yhdeltä asiakkaalta voi olla yhtä iso kuin edellisen vuoden koko tilauskanta. Tämän toteuttamiseen tarvitaan ulkopuolista rahoitusta.

- 4) Toimintakokonaisuuden kasvattaminen: useampi haastateltavista yrityksistä totesi, että kansainvälistä kilpailukykyä voitaisiin parantaa, mikäli olisi resursseja laajentaa toimituskokonaisuutta. Asiakkaat haluavat ostaa avaimet käteen – periaatteella valmiita, integroituja energiajärjestelmiä. Tähän pienillä ja keskisuurilla suomalaisilla yrityksillä ei ole resursseja. Isommat kansainväliset kilpailijat ovat jo siirtyneet tähän toimintamalliin.

Ulkopuolista rahoitusta liiketoiminnan kehittämiseen yritykset saavat yksityisiltä ja julkisilta rahoittajilta. Yksityisellä puolella haasteena on kotimaisen riskirahoituksen saatavuus. Yhteistyö pankkien kanssa on aloittavalle yritykselle haasteellista. Mikäli yrityksellä ei vielä ole merkittävää liikevaihtoa, sen on perin vaikeaa saada pankilta lainaa. Tässä esimerkiksi Finnveran antamat takaukset eivät yleensä riitä. Finnveran omat rahoituskriteerit ovat erään haastatellun johtajan mukaan yritykselle jopa kovemmat kuin pankin.

Suomalaisen järjestelmän vahvuutena on Tekesin myöntämä rahoitus teknologian kehittämiseen. Tätä tukea kaikki haastatteluihin osallistuneet yritykset olivat saaneet ja lähes kaikki olivat tähän tyytyväisiä. Tekesin rahoitus ei kuitenkaan kata yrityksen kaikkia kasvuvaiheita, vaan tuotekehityksen tukeminen on edelleen keskeinen rahoituksen kohde. Tekesin myöntämä Nuori innovatiivinen yritys -rahoitus auttaa suuntaamaan yrityksen liiketoimintaa, mutta samalla se estää muun julkisen rahoitustuen – kuten tuotekehitystuen tai investointituen – saannin rahoituskauden aikana.

Laite- ja laitostoimittajille tärkeitä tukimuotoja ovat heidän asiakaskunnalleen suunnatut tuet kuten investointituki, velvoitepaketti ja sähkön syöttötariffi. Myös kotitalouksille suunnattu kotitalousvähennys auttaa asiakkaita investoimaan uusiutuvan energian ratkaisuihin. Haastateltavien mukaan heidän asiakaskunnastaan on kuitenkin tullut kriittisiä viestejä tuen tasosta. Esimerkiksi vuonna 2011 käyttöön otettu sähkön syöttötariffi on herättänyt paljon kyselyjä mutta elokuuhun 2011 mennessä ei juurikaan tilauksia laite- ja laitostoimittajille.

Uusiutuvan energian yritykset hakevat rahoitusta myös ulkomailta. Aloittavalle yritykselle tämä tie on haastava, mutta jo etabloituneelle yritykselle, joka on pystynyt osoittamaan vahvuuksiaan, rahoitusta löytyy helpommin, koska ulkomaiset rahoittajat ovat kiinnostuneita suomalaisesta teknologiaosaamisesta. Haastatteluihin osallistuvista yrityksistä osa oli jo kokonaan ulkomaisessa omistuksessa, osalla oli ulkomaisia omistajia kotimaisten rinnalla ja yksi yritys neuvotteli yhteisyrityksen perustamista ulkomaisen yrityksen kanssa. Ulkomainen omistaja toimii yritykselle usein myös kontaktina uuteen markkina-alueeseen.

Hyödyntämätön kotimarkkinaetu

Laite- ja laitostoimittajien keskeinen asiakaskunta kotimaassa koostuu kunnallisista ja alueellisesti toimivista energiayhtiöistä. Tässä kohderyhmässä edelläkävijät ovat jo suuntautuneet uusiutuvaan energiaan, mutta valtaosa energiayhtiöistä ei ole vielä ottanut askeleita tähän suuntaan. Laite- ja laitostoimittajat näkevät, että

fossiilisiin polttoaineisiin perustuva energiatuotanto on energiayhtiöille taloudellisesti kannattavaa, joten energiayhtiöt tai niitä omistavat kunnat eivät ole olleet halukkaita tekemään tarvittavia investointeja siirtyäkseen uusiutuviin perustuvaan energiatuotantoon. Kunnat voivat jopa puolustaa energiayhtiönsä intressejä vaikeuttamalla uusiutuvan energian käyttöönottoa kunnissa. Esimerkiksi maalämmön porauslupien saanti voidaan tehdä vaikeaksi. Näissä asioissa eri kunnissa ei ole yhtenäistä käytäntöä.

Alueellinen kaukolämpöverkosto on Pohjoismaille tyypillinen lämpö- ja sähköenergiaa tuottava ratkaisu. Laite- ja laitostuottajat haluaisivat luoda siitä suomalaisen vientituotteen. Tätä varten tarvitaan hyviä alueellisesti toimivia pilottikohteita. Uusiutuvan energian kaukolämpöratkaisut voivat perustua yhteen tai useampaan energiamuotoon. Ns. hybridiratkaisuihin voidaan yhdistää esimerkiksi bio-, aurinko-, tuuli- ja maalämpöratkaisuja. Vientikonseptin kehittäminen edellyttää yhteistyötä useamman teknologiatoimittajan, integraattorin ja asiakkaan välillä sekä rohkeutta kokeilla uusia ratkaisuja yhdessä.

Lisäksi haastatteluissa tuli esille puute osaavista resursseista: haastateltavien mukaan suomalainen insinööriosaaaminen on hyvällä tasolla ja se antaa yrityksille hyvät edellytykset kilpailla kansainvälisillä markkinoilla. Tästä huolimatta koettiin, että suomalaisessa koulutuspolitiikassa on kehittämisen varaa. Yrityksiltä puuttuu mm. mekaniikkasuunnittelijoita ja ohjelmistojen kehittäjiä. Yritykset kokevat ammattikorkeakoulujen panostaneen viime aikoina liiaksi kilpailemiseen yliopistojen kanssa akateemisen tutkimuksen alueella, esimerkiksi mekaniikkapuolen insinöörikoulutukseen panostamisen kustannuksella. Toisaalta myöskään laaja-alaisempaa uusiutuvan energian- ja liiketoimintaosaamisen yhdistävää osaamista ei haastateltujen mukaan ole saatavilla.

5.1.2 Energiantuottajat

Panostaminen uusiutuvaan energiaan

Haastatteluihin osallistuneet kolme energiantuottajaa ovat lähestyneet uusiutuvaa energiaa eri tavoin. Kunnallinen energiayhtiö on siirtymässä fossiilisten raaka-aineiden käytöstä uusiutuvaan energiaan. Kaksi muuta energian toimittajaa on perustettu uusiutuvan energian tuottamiseen tuulivoimalla ja biopolttoaineilla.

Haastatteluihin osallistuneella kunnallisella energiayhtiöllä on pitkä historia ja se on viime vuosina asettanut tavoitteekseen luopua fossiilisten raaka-aineiden käytöstä. Yhtiön strateginen valinta on integroida ympäristöön liittyvät toimintamallit ja viestintä kaikkeen toimintaan. Merkittävä askel tähän suuntaan oli investointi uuteen biovoimalaan, joka tuottaa sähköä ja lämpöä kunnan kaukolämpöverkkoon puuta ja turvetta polttamalla. Tällä korvataan 75 % aikaisemmin maakaasuun perustuneesta kaukolämmön tuotannosta. Yritys on myös osakkaana ydin- ja tuulivoimayhtiöissä. Haasteena nähdään, että fossiilisen energian tuottaminen on tänä päivänä toistaiseksi kannattavampaa kuin uusiutuvan energian tuottaminen.

Toinen yhtiö on useamman alueellisen voimayhtiön yhdessä vuonna 1998 perustama tuulivoimaan erikoistunut energiayhtiö, joka tuottaa tuulivoimalla sähköä omistajilleen. Alun perin jokainen omistaja sai omistussuutensa mukaisen osuuden yhtiön tuottamasta sähköstä. Yhtiöllä oli vuonna 2011 yhteensä parikymmentä tuulivoimalaa, joista ensimmäiset rakennettiin vuonna 1998. Toimittajana oli tanskalainen yritys.

Biopolttoaineita valmistava yritys perustettiin vuonna 2005 tuottamaan biopolttoainetta kotimaisista raaka-aineista. Tekninen osaaminen tähän löytyi VTT:ltä.

Kaikilla kolmella energiatoimittajalla on tavoitteena laajentaa uusiutuvan energian tuotantoaan. Kaksi yritystä esitti haastatteluissa toisistaan poikkeavia kasvusuunnitelmia. Tuulivoimaan erikoistunut yritys aikoo itse investoida merkittävästi tuulipuistojen rakentamiseen kotimaassa. Biopolttoaineen toimittaja taas pyrkii verkostoitumaan ja tukemaan partnereitaan heidän liiketoiminnassaan teknologialla ja lopputuotteiden ostoilla ja on kiinnostunut laajentamaan verkostoaan myös Suomen ulkopuolelle. Kolmas yritys – kunnallinen energiayhtiö – keskittyy uuden laitoksen käytön kehittämiseen ja panostaa tuulivoimaan mm. tuulivoimayhtiöiden ja -projektien omistussuoksien kautta.

Panostaminen tuulivoimaan oli tuulivoimayhtiön omistajayrityksille alussa lähinnä imagokysymys. Sähkön syöttötariffin ja Suomen hallituksen tuulienergialle asettaman 2020 -tavoitteen (2000 MW tuulivoimaa Suomessa) myötä tuulivoiman tuotannosta on tullut yritykselle kaupallista toimintaa. Tariffin myötä yritys on laatinut kasvusuunnitelman, joka tähtää satojen tuulivoimaloiden rakentamiseen vuoteen 2020 mennessä. Investointien takaisinmaksun on laskettu tapahtuvan vuoteen 2020 mennessä sähkön syöttötariffin avulla.

Biopolttoaineita valmistava yritys keskittyy jäte- ja sivuvirtojen jalostamiseen etanoliksi. Yritys kehittää teknologiaa etanolintuotantoa varten ja tuottaa etanolia omilla laitoksillaan. Markkinoiden uskotaan kasvavan sitä myötä kuin biokomponentin osuutta bensiinissä lisätään. Yrityksen strategia on muodostaa verkosto itsenäisistä etanolituottajista. Tällä tavalla syntyy laaja tuotantoverkosto ilman, että yritys joutuu itse sitomaan isoja määriä pääomaa. Verkostoa ollaan myös laajentamassa ulkomaille, missä yksittäinen tuotantolaitos voi olla merkittävästi isompi kuin Suomessa.

Yksi keskeinen piirre uusiutuvaan energiaan siirtymisessä on toiminnan pitkäjänteisyys ja riippuvuus toimintaympäristön vakaudesta. Voimalaitoksen käyttöajaksi arvioidaan 40–60 vuotta ja sen tulee toimia kannattavasti koko ajan. Viranomaisten päätöksenteko tulee vaikuttamaan kannattavuuteen tänä aikana monella tavalla mm. polttoaineiden verotuksen ja energialainsäädännön kautta. Uusiutuvaan energiaan liittyvän liiketoiminnan laajentamista tukisi pitkäjänteinen politiikka ja lupa-prosessien yksinkertaistaminen.

Haasteena luvan hankinta

Kasvutavoitteiden saavuttamisessa keskeisiä haasteita ovat investointien lupaprosessin hitaus, yhteisten toimintamallin puute ja prosessista koituvat kustannukset.

Nykyinen tilanne, jossa käytännöt ja vaatimustasot vaihtelevat, hidastaa monien toimijoiden investointihankkeita Suomessa. Haastateltavat kokivat, että TEM on edellisen hallituksen aikana panostanut merkittävästi asian kehittämiseen, ja tällä hetkellä haasteet ovat pääasiassa muiden ministeriöiden alueella. Luvanhankinnan haasteet korostuvat erityisesti tuulivoiman osalta, mutta myös biopuolella koetaan luvanhankinta hankalaksi ja investointeja vaikeuttavaksi tekijäksi.

Ympäristöministeriöltä toivotaan meluhaittojen ja yleisesti lupakäytäntöihin liittyvien käytäntöjen läpikäymistä. Alueelliset ympäristökeskukset toimivat tällä hetkellä eri tavoin ja asettavat vaatimustasonsa eri tavalla. Energiayhtiöt haluavat, että ympäristöministeriö ottaa asian haltuunsa ja laatii yhdenmukaiset ohjeistukset ympäristökeskuksille. Ympäristöministeriö on valmistellut tuulivoimarakentamisen suunnitteluopasta ja se on nyt maaliskuussa 2012 luonnoksena lausuntokierroksella. Se tulee sisältämään keskeisiä tietoja tuulivoimarakentamista koskevista suunnittelu-, arviointi- ja lupamenettelyistä sekä tuulivoimaloiden vaikutuksista. Puolustusministeriön vastuulla on antaa lausuntoja siitä, miten tuulipuistot häiritsevät puolustusvoimien tutkia. Tänä päivänä energiayhtiöt tilaavat mm. VTT:ltä simuloituja tuulipuistojen vaikutuksesta puolustusvoimien tutkiin (ks. Tuulivoimaloiden vaikutus valvontasensoreihin 2011). Koska tällaisten lausuntojen antaminen on puolustusministeriölle uutta, tarvittaisiin panostamista tähän aihealueeseen viivytysten välttämiseksi.

Resurssit tuulivoiman rakentamiseen

Hallituksen asettama tavoite tuulivoiman rakentamisesta vuoteen 2020 mennessä tarkoittaa noin 100 tuulivoimalan rakentamista Suomeen vuosittain. Energiayhtiöiden puolelta nostettiin tähän liittyen potentiaalisiksi haasteeksi suomalaisen osaamisen ja resurssien riittävyys. Haasteita nähdään koulutetun työvoiman saannissa tuulivoimaloiden huoltotoimintaan, kun tullaan tarvitsemaan koulutettuja tuulivoimainsinöörejä satojen tuulivoimaloiden ylläpitoon. Huoltotyöt korkeissa torneissa tehdään työpareina, joissa toinen henkilö hallitsee mekaniikan ja toinen sähköasiat. Vaasassa ammattikorkeakoulu Novia suunnittelee tuulivoimainsinöörien koulutusohjelman käynnistämistä ja Porissa WinNova selvittää koulutustarpeita.

Tuulivoimayhtiö ostaa suunnittelu-, projektihoito- ja luvanhankintapalveluja suomalaisilta konsulttiyrityksiltä. Keskeisiä toimijoita ovat Pöyry, Ramboll ja FCG. Näidenkin kapasiteetti saattaa jäädä riittämättömäksi, kun investointien volyymi kasvaa. Myös perustusten rakentamiseen ja tuulivoimaloiden pystyttämiseen tarvittava nostokapasiteetti saattaa muodostua pullonkaulaksi.

Pitkäjänteisen ja tasapuolisen politiikan merkitys

Energiapolitiikka vaikuttaa monen kanavan kautta energiayhtiöiden ja niistä riippuvien yritysten liiketoimintaan. Politiikka vaikuttaa lainsäädännön, verotuksen ja tukipolitiikan kautta mm. raaka-aineiden ja energian hintoihin sekä investointien kustannuksiin. Lupakäsittelyprosessi lisää osaltaan kustannuksia.

Yritykset kuvaavat viime vuosien energiapolitiikkaa Suomessa aaltomaiseksi ja poukkoilevaksi. Tämä on johtanut siihen, että monen investoinnin päätöksenteko on jäädytetty odottaessa selkeitä suuntaviivoja ja ohjeita. Energialaitoksen 20 – 60 vuotta kestävä elinkaaren aikana viranomaisten politiikka voi muuttua moneen otteeseen.

Vuonna 2011 voimaan astunutta sähkön syöttötariffia pidetään yrityksissä periaatteessa hyvänä asiana, mutta mielipiteet sen vaikutuksista eroavat. Jotkut näkevät tässä hyvän pohjan omille tulevaisuudensuunnitelmilleen ja investointipäätöksilleen. Toiset taas kokevat sen liian epävarmaksi investointipäätöksen kriteeriksi. Tällaisessa yrityksessä investoidaan vain, jos investointi näyttää kannattavalta ilman tukiakin. Alla muutamia kommentteja haastatteluista:

"Mitä tapahtuu EU:n 2020-tavoitteelle, kun vuonna 2015 huomataan, ettei tavoitteita tulla saavuttamaan?"

"Tuulivoiman syöttötariffin varaan en uskaltaisi investoida, koska poliitikot voivat vuoden kuluttua päättää, että luovutaan siitä."

"Päästökauppa nosti hintoja, mutta ei tuonut haluttuja investointeja."

Yrityksissä koetaan politiikan vaikuttavan myös kilpailutilanteeseen ja samoilla markkinoilla toimivia yrityksiä kohdeltavan eri tavoin. Investointiedellytysten tulisi olla kaikille toimijoilla samat. Erityisesti pienet energiayhtiöt kokevat jäävänsä eriarvoiseen asemaan suuriin yhtiöihin verrattuna.

5.2 Kysely uusiutuvan energian alalla toimiville yrityksille

Syksyllä 2011 tehtiin osana Uutu-projektia kyselytutkimus, jolla selvitettiin uusiutuvan energian alalla toimivien yritysten näkemyksiä alan liiketoiminnan kehitysmahdollisuuksista. Kysely toisaalta pohjautui aiemmin tehtyihin haastatteluihin ja tähtäsi toisaalta niistä saatujen tietojen syventämiseen. Tavoitteena oli koota yrityksiltä hanketta koskevia tietoja ja samalla antaa niille mahdollisuus esittää näkemyksiään siitä, miten uusiutuvien energiamuotojen liiketoimintaa yksityisellä ja julkisella sektorilla voitaisiin ja tulisi edistää.

Kysely lähetettiin 250 yritykselle, joilta saatiin yhteensä 44 vastausta, eli vastausprosentti oli 18 %. Yritysosot muodostettiin hyödyntämällä olemassa olevaa VTT:n asiakasrekisteriä, erilaisten foorumien ja järjestöjen jäsenistölistoja (esimerkiksi EK:n ympäristöfoorumi, Cleantech, Energiateollisuus, Tuulivoimayhdistys, Teknologiateollisuus sekä Suomen bioenergiayhdistys). Tämän lisäksi yhteistyökumppaneita poimittiin Energiateknologian klusteriohjelman kautta eri osaamiskeskusten tekemistä selvityksistä. Lisäksi haastatellut yritysten ym. tahojen edustajat sekä

UUTU-projektin ohjausryhmän jäsenet ehdottivat mahdollisia kohdeyrityksiä. Valinnan perusteina käytettiin eri uusiutuviin energiamuotoihin liittyvää liiketoimintaa, ja lisäksi yrityksiä valittiin edustamaan arvoketjun eri päitä, erikokoisia yrityksiä sekä alueellista jakautumista.

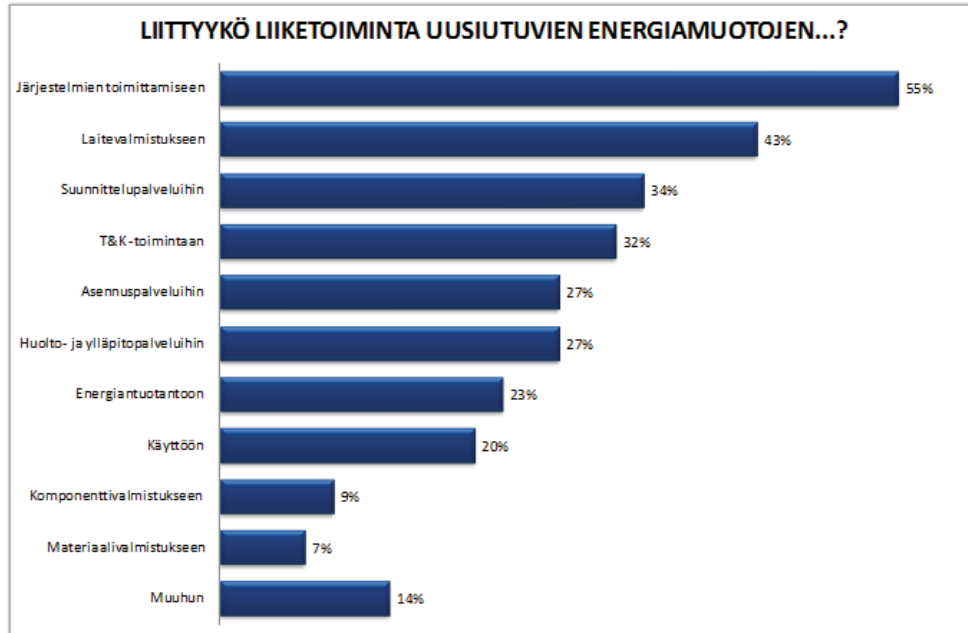
Vastaaminen oli nimetöntä, eikä yksittäisten vastaajien antamia tietoja julkisteta, vaan kaikkien vastaajien näkemyksistä muodostettiin tilastollisten analyysien avulla yhteenveto. Kyselyn sisällöstä vastasi VTT ja käytännön toteutuksesta alan ammattilainen Tietoykkönen Oy.

Valtaosa vastanneista yrityksistä ilmoitti harjoittavansa vain yhteen uusiutuvan energian muotoon liittyvää liiketoimintaa. Kolmasosa vastanneista yrityksistä toimii kuitenkin useilla uusiutuvan energian aloilla. Eniten olivat edustettuina bioenergian alalla toimivat yritykset (70%). Toiseksi yleisin vastaajaryhmä oli tuulienergian alalta (34 %). Aurinkovoimaan ja vesivoimaan liittyvää liiketoimintaa harjoittaa kumpaakin 25 % vastanneista yrityksistä. Kaksi yritystä (5 %) ilmoitti toimivansa myös geotermisen energian parissa. Nämä olivat energiakonsultointi- ja pääomasijoitustoimintayrityksiä, jotka ilmoittivat toimivansa kaikilla uusiutuvan energian alueilla. Pelkästään geotermiseen energiaan erikoistuneita yrityksiä ei vastanneiden joukossa siis ollut. Useilla uusiutuvan energian liiketoiminnan alueilla toimivat yritykset (32 % kaikista) ilmoittivat edustavansa seuraavia liiketoiminnan alueita: rahoitus, suunnittelu ja konsultointi, energian tuotanto, energian jakelu ja komponenttivalmistus (metalli). Kuvan 5.1 mukaisesti liiketoiminnan tyyppin osalta kyselyyn vastanneista yrityksistä

- yli puolet (55 %) ilmoitti liiketoimintansa liittyvän järjestelmien toimittamiseen, ja näistä seitsemän yritystä (16 %) voidaan liiketoiminnan sisällön perusteella luokitella kokonaisratkaisujen toimittajiksi eli ns. järjestelmätoimittajiksi;
- vajaa puolet (48 %) valmistaa laitteita, komponentteja tai materiaaleja;
- valtaosalla yrityksistä (67 %) liiketoimintaan sisältyy palvelutoimintaa: tietointensiivisiä palveluita (tutkimus-, kehitys- ja suunnittelupalvelut) tai tuotteisiin liittyviä palveluita (asennus, huolto, ylläpito);
- valtaosa yrityksistä, jotka ilmoittivat valmistavansa laitteita, komponentteja tai materiaaleja, harjoittaa myös palveluliiketoimintaa (67%);
- lähes puolella vastanneista (39%) emoyhtiön kotipaikka on ulkomailla.

Vapaamuotoisissa vastauksissaan yritykset ilmoittivat lisäksi toimivansa seuraavilla yksittäisillä uusiutuvaan energiaan liittyvillä alueilla: jätteiden energiakäyttö, aaltovoima, polttokennot, energiavarastot ja smart grid.

Kuva 5.1. Kyselyyn vastanneiden yritysten liiketoiminnan tyypit.



Yhdeksän vastanneen yrityksen emoyritys oli ulkomainen, saksalaisia oli kolme, ruotsalaisia ja itävaltalaisia kaksi sekä ranskalaisia ja eestiläisiä yksi. Pääosalla yrityksistä liikevaihto oli alle 10 miljoonaa euroa (20 kpl). 10 – 49 miljoonan euron liikevaihdon yrityksiä oli 10 kpl ja yli 500 miljoonaan euroon yltäneitä neljä. Henkilöstön määrä oli lähes puolessa vastanneista yrityksistä alle 50 henkilöä. Yhdeksässä yrityksessä työskenteli yli 500 henkilöä.

5.2.1 Liiketoiminnan syntyyn ja jatkokehitykseen vaikuttavat tekijät

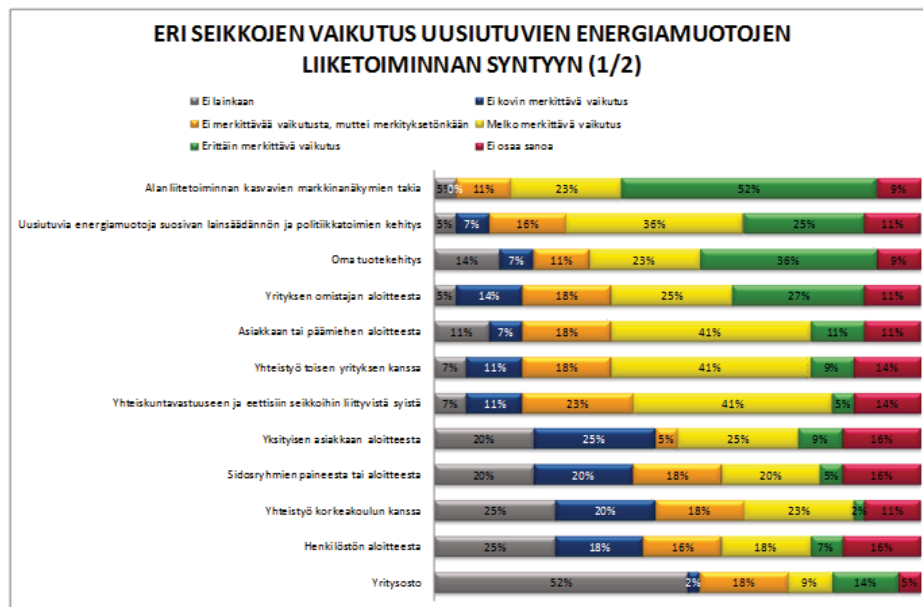
Kyselyssä tiedusteltiin yrityksiltä, missä määrin erilaiset seikat vaikuttavat niiden uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan syntyyn. Merkittävimmät tekijät liittyvät tuotteiden kysyntään vaikuttaviin tekijöihin: kasvaviin markkinanäkymiin, lainsäädäntöön ja politiikkatoimiin sekä asiakkaan tai päämiehen aloitteeseen (Kuvat 5.2. ja 5.3.). Merkittävänä nähdään myös oma tuotekehitys sekä yhteistyö toisen yrityksen kanssa. Melko yleisesti vaikuttavina seikkoina nähtiin myös yhteiskuntavastuu ja eettisyys.

Yritysten näkemykset tulevaisuudessa liiketoiminnan kehitykseen vaikuttavista seikoista ovat pitkälti samansuuntaisia kuin liiketoiminnan syntyyn aiemmin vaikuttaneet tekijät (Kuvat 5.4. ja 5.5.). Merkittävimmiksi seikoiksi arvioidaan kasvavat markkinanäkymät, oma tuotekehitys, lainsäädännön ja politiikkatoimien kehitys

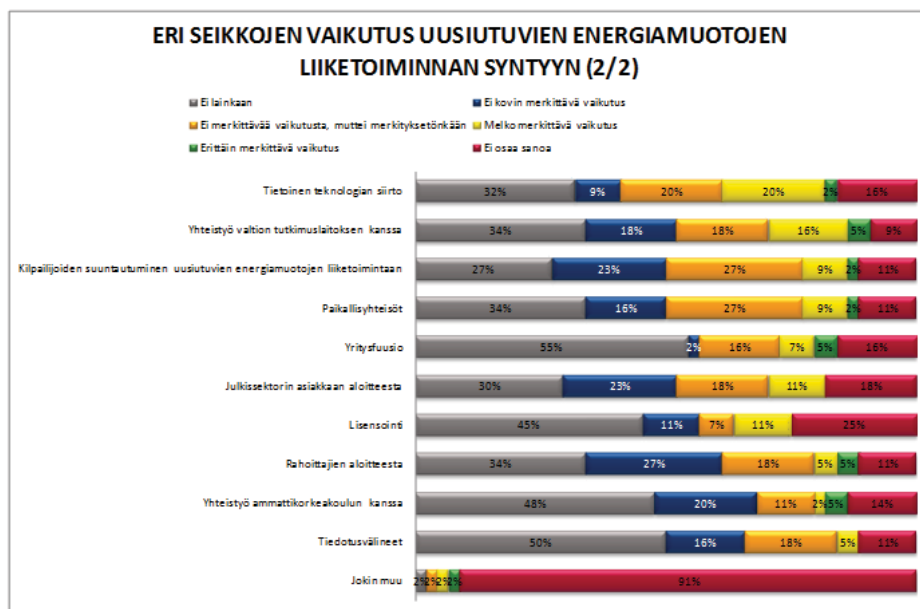
sekä päämiehen aloitteet. Tärkeänä nähdään myös yhteistyö asiakkaan tai toisen yrityksen samoin kuin yhteiskuntavastuu ja eettisyys.

Omaan teknologian kehittämiseen luottaa 70 % vastanneista, tietoiseen teknologian siirtoon sitä vastoin vain 27 %. Huomattavan vähän painoarvoa saa yhteistyö korkeakoulujen (29 %), valtion tutkimuslaitosten (20 %) ja ammattikorkeakoulujen (9%) kanssa. Vaikeinta vastaajille on ollut arvioida yritysostojen ja fuusioiden merkitystä. Vastaukset heijastanevat myös tulevaisuuteen liittyviä epävarmuuksia eri seikkojen merkityksen arvioimisessa.

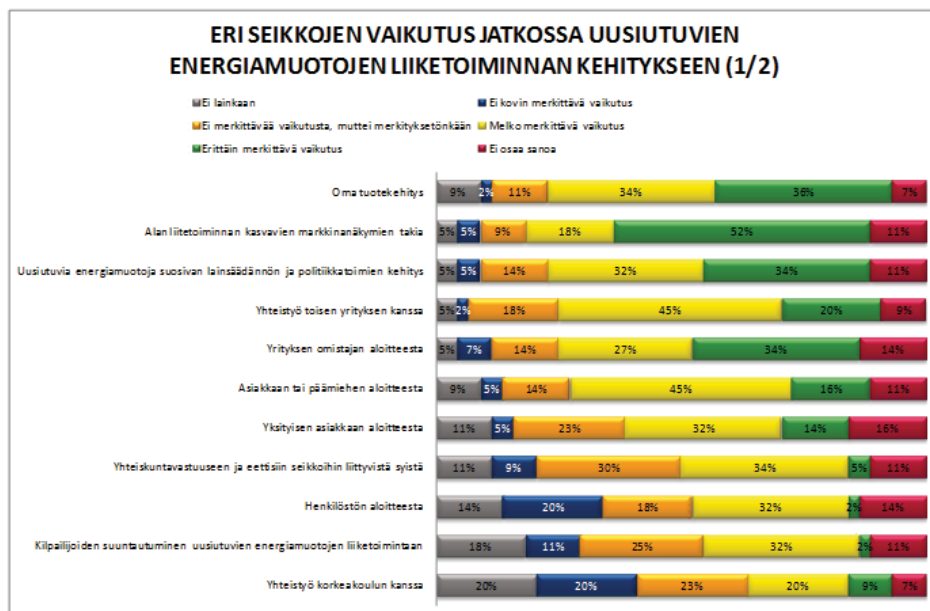
Kuva 5.2. Eri seikkojen vaikutus uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan syntyyn (1/2).



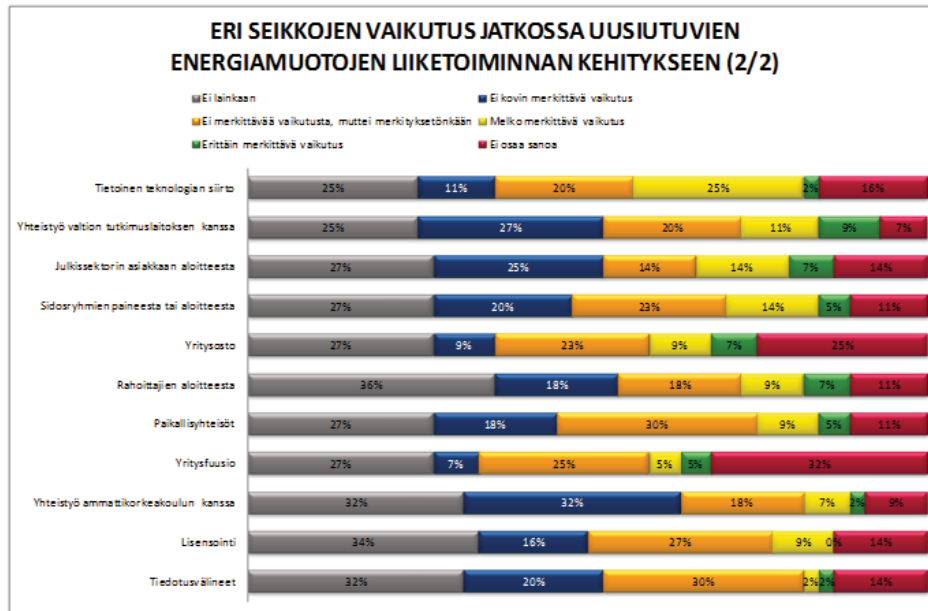
Kuva 5.3. Eri seikkojen vaikutus uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan syntyyn (2/2).



Kuva 5.4. Eri seikkojen arvioitu vaikutus jatkossa uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan kehitykseen (1/2).



Kuva 5.5. Eri seikkojen arvioitu vaikutus jatkossa uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan kehitykseen (2/2).

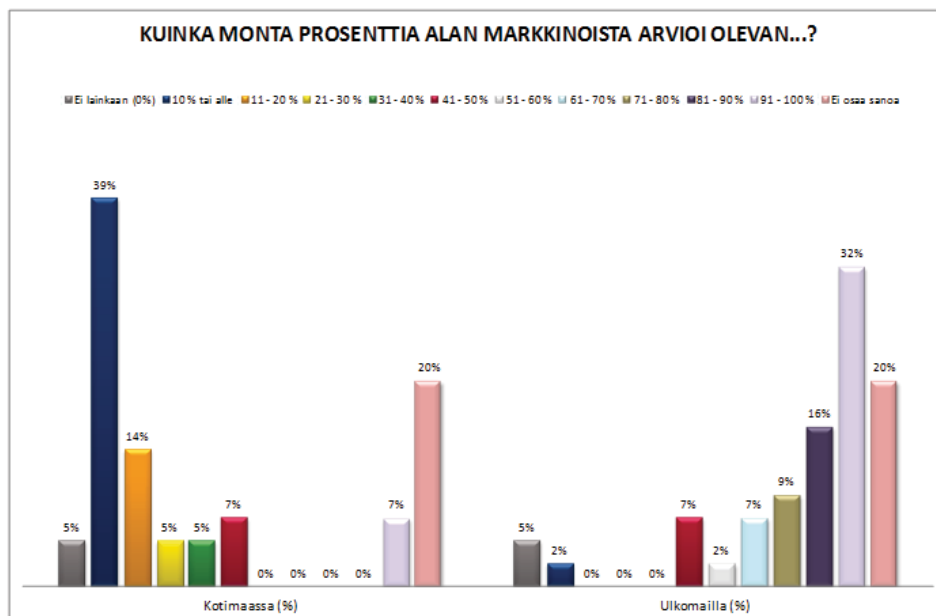


5.2.2 Markkinat ja vienti

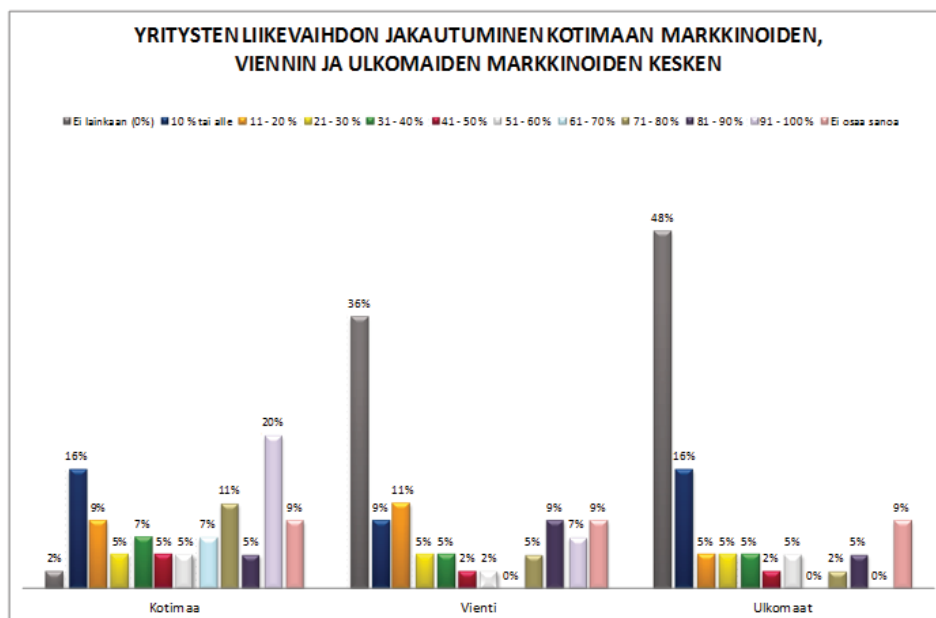
Kolmasosa yrityksistä (32 %) arvioi markkinoiden heidän tuotteilleen olevan lähes yksinomaan ulkomailla ja vain 7 % näkee valtaosan markkinoistaan kotimaisina (Kuva 5.6). Tässä suhteessa suomalaisomistuksessa olevien ja ulkomaisessa omistuksessa olevien yritysten tilanteet poikennevat jonkin verran toisistaan. Lähes neljänneksellä vastanneista yrityksistä emoyhtiön kotipaikka on ulkomailla, ja pääosa näistä näkee markkinoittensa olevan ulkomailla. Markkinasuuntautuminen edellyttäisi kuitenkin yksittäisten vastaajayritysten toiminnan ja strategioiden yksityiskohdaisempaa analysointia, mihin tämä tutkimus ei anna mahdollisuutta.

Neljäosalla yrityksistä (25 %) yli puolet liikevaihdosta tulee nykyisellään viennistä (Kuva 5.7), kun taas kolmasosa yrityksistä (36 %) ei vie tuotteitaan lainkaan ulkomaille. Tiedusteltaessa ulkomaisten markkinoiden osuutta yritysten liikevaihdosta osoittautui, että puolella yrityksistä (48 %) ei ole lainkaan ulkomaista liikevaihtoa. Niillä yhdeksällä vastanneella yrityksellä, joiden kotipaikka on ulkomailla, kansainvälisen toiminnan volyyymi on oletettavasti merkittävä. Verrattuna yritysten arvioihin markkinoiden sijainnista niiden ulkomaisten tulojen määrä on siis melko vähäistä ja siinä on huomattavasti kasvupotentiaalia.

Kuva 5.6. Markkinoiden arvioitu jakautuminen kotimaahan ja ulkomaille.



Kuva 5.7. Yritysten liikevaihdon jakautuminen kotimaan markkinoiden, viennin ja ulkomaisten markkinoiden kesken.



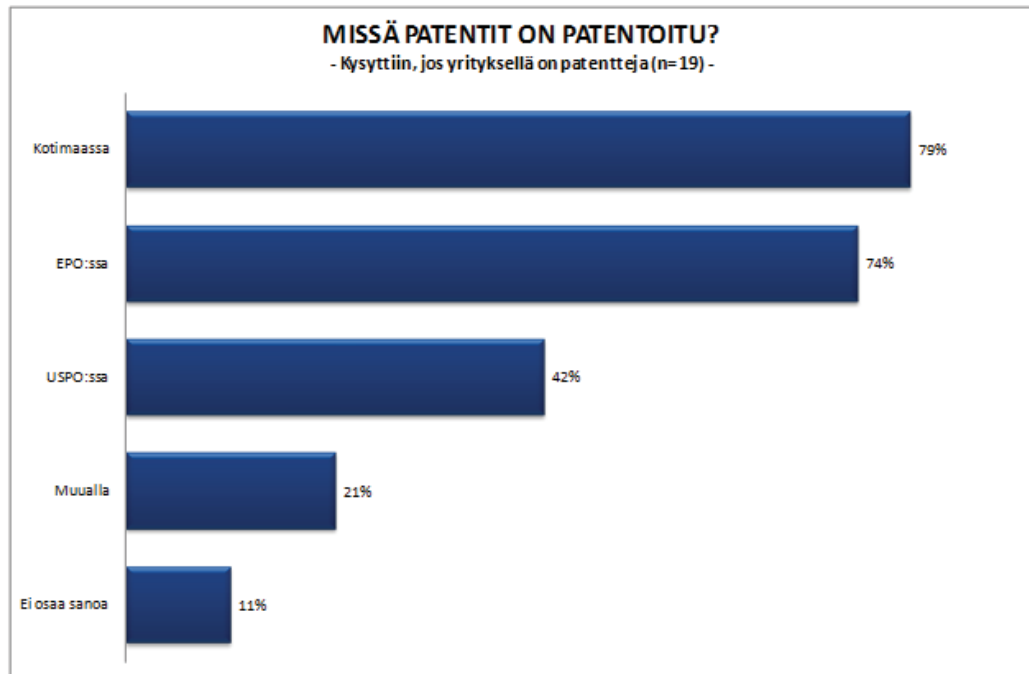
5.2.3 Patentit

Vajaa puolet kyselyyn vastanneista yrityksistä (43 %) ilmoitti hallitsevansa uusiutuviin energiateknologioihin liittyviä patenteja (Kuva 5.8). Vastanneista yrityksistä yhden patentin omistajia on yhteensä viisi ja kolmella on sadan patentin salkut. Tämä kuvaa vastanneiden yritysten erilaista suuntautumista ja kokoa sekä erilaisia strategioita. Verrattaessa patentointia yritystyyppeihin havaitaan, että patenteja on valtaosalla valmistusta harjoittavista yrityksistä (67 %). Patentinhaltijoista viisi on muiden alojen kuin valmistavan teollisuuden yrityksiä, ja ne toimivat biopolttoaineiden tuottajina tai konsultoinnin alalla. Valtaosalla (63 %) patenttien haltijoista on salkussaan sekä kotimaisia että ulkomaisia patenteja (Kuva 5.9). Kyselyyn vastanneet yritykset ovat hakeneet ja niille on myönnetty patenteja pääasiassa Suomen (PRH) ja Euroopan (EPO) patenttiviranomaisilta.

Kuva 5.8. Uusiutuviin energiateknologioihin liittyvä patentointi.



Kuva 5.9. Patentointi alueittain.



5.2.4 Markkinoiden ja liiketoimintamahdollisuuksien kehitys tulevaisuudessa

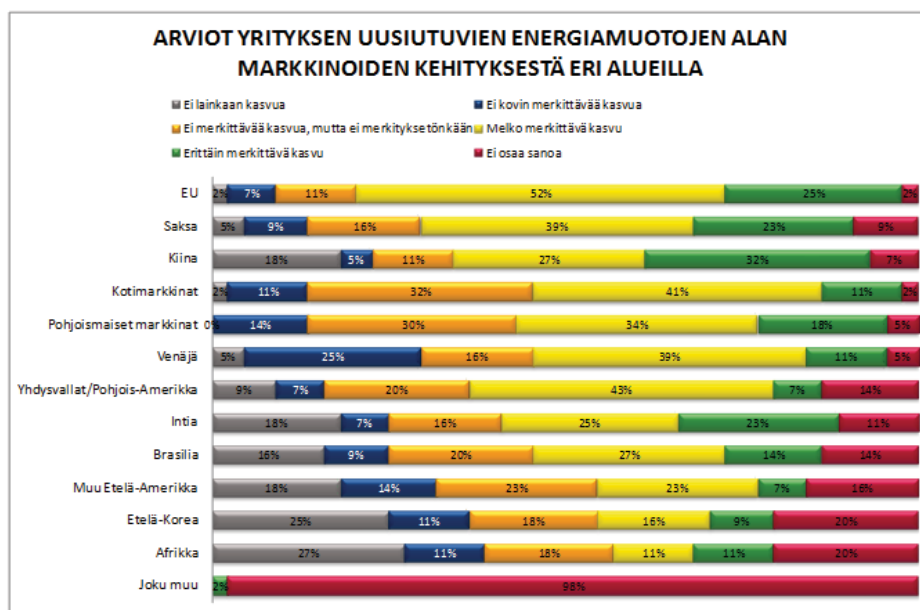
Yritysten arvioissa niiden uusiutuvien energiamuotojen markkinoiden kehityksestä tulevaisuudessa eri markkina-alueilla korostuvat Eurooppa ja Kiina (Kuva 5.10). Euroopan unionin alueella merkittävää kasvua odottaa 77 % yrityksistä. Euroopan sisällä voimakkaimmin korostuvat Saksan markkinat (62 %). Kotimaassa ja pohjoismaisilla markkinoilla merkittävää kasvua arvioi 52 % vastanneista yrityksistä.

Kiinan markkinoilla merkittävää kasvua näkee 59 % yrityksistä. Muiden BRIC-maiden markkinoilla kasvuarvot ovat hieman maltillisempia: Venäjä 50 %, Intia 48 % ja Brasilia 41 %. Yhdysvaltain markkinoilla kasvun mahdollisuuksia näkee puolet yrityksistä (50 %). Muualla maailmassa merkittävää markkinoiden kasvua näkee selvästi pienempi osa kyselyyn vastanneista yrityksistä: Etelä-Amerikassa 30 %, Etelä-Koreassa 25 % ja Afrikassa 22 %.

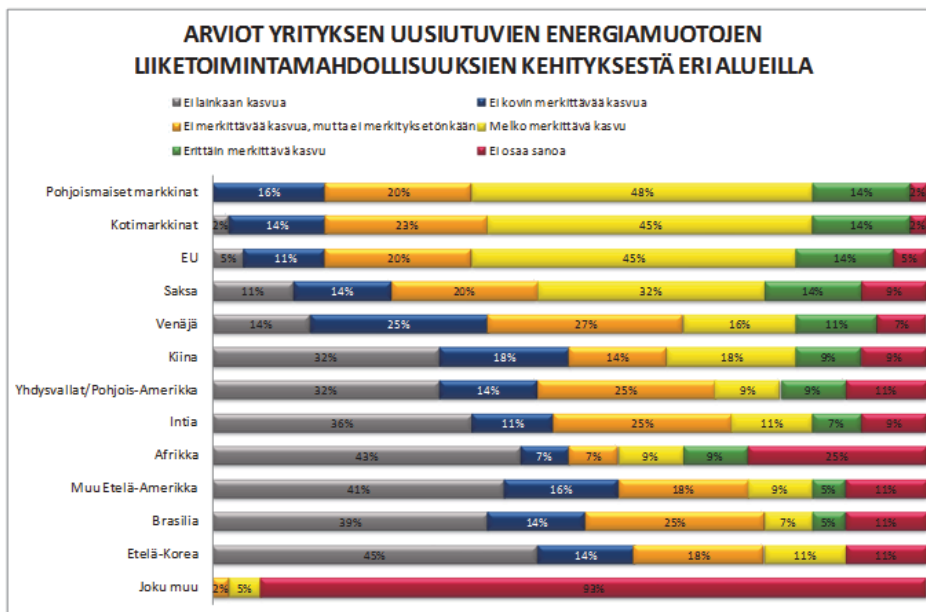
Kyselyssä tiedusteltiin yritysten arvioita myös niiden uusiutuvan energian liiketoimintamahdollisuuksien kehityksestä globaaleilla markkinoilla. Valtaosa yrityksistä näkee suurimmat mahdollisuudet liiketoimintansa kasvuun Pohjoismaissa, kotimarkkinoilla, Euroopan Unionin alueella ja erityisesti Saksassa (Kuva 5.11.). Muualla kuten Pohjois-Amerikassa, Venäjällä, Intiassa, Afrikassa ja Brasiliassa liiketoimintamahdollisuuksia myös nähtiin olevan, mutta ne arvioitiin kuitenkin

vähäisemmiksi. Kasvua odotetaan pääosin lähialueilla, mikä heijastanee kaukai-
sempien tai muuten haasteellisempien (Venäjä) markkinoiden hyödyntämisen vaike-
utta. Kehittyvien maiden nopea kasvu ja energiatarpeet kannattaisi kuitenkin huo-
mioida potentiaalisena markkinana, jolla kilpailutilanne saattaa suomalaisten tuot-
tajien ja pk-yritysten kannalta olla otollisempi kuin kehittyneissä maissa, mitä muu-
tamat suomalaiset keski-suuret yritykset ovatkin jo hyödyntäneet.

Kuva 5.10. Arviot yrityksen uusiutuvien energiamuotojen alan markkinoiden
kehityksestä eri maantieteellisillä alueilla.



Kuva 5.11. Liiketoimintamahdollisuuksien arvioitu kehitys eri alueilla.



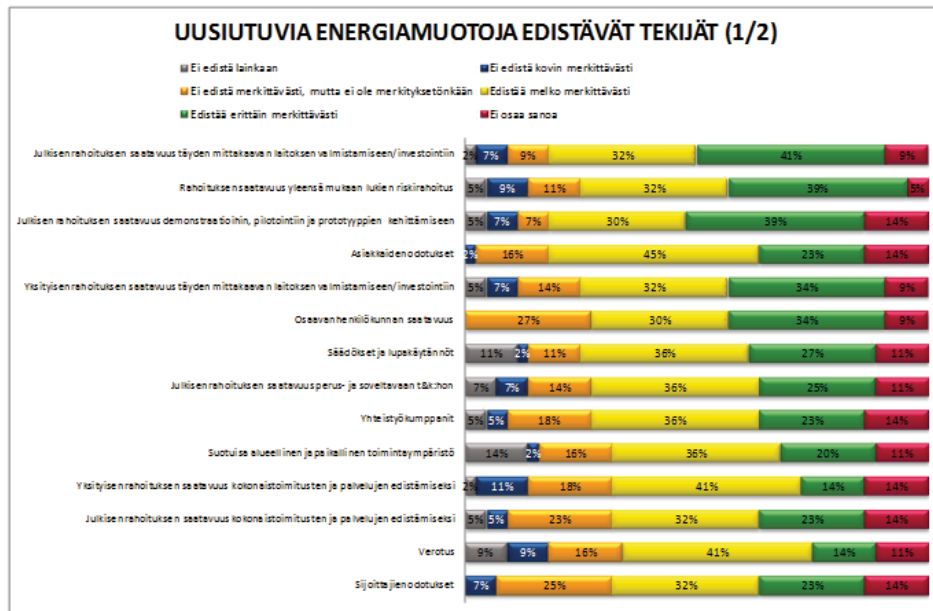
5.2.5 Uusiutuvia energiamuotoja edistävät tekijät

Kyselyn sekä numeerisessa että vapaamuotoisessa osiossa vastaajilta pyydettiin näkemyksiä tärkeimmistä tekijöistä, jotka edistäisivät heidän yrityksensä menestystä uudistuvaan energiaan liittyvässä liiketoiminnassa.

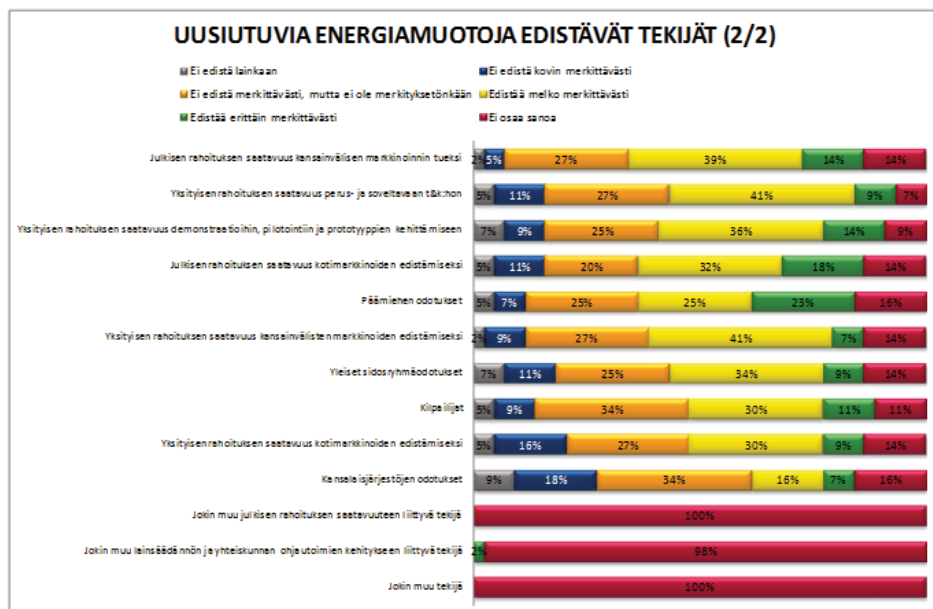
Yritykset painottavat numeerisissa arvioissaan voimakkaimmin rahoitusta (Kuvat 5.12 ja 5.13), ja aivan erityisesti korostuu tuotannollisen mittakaavan laitosten edellyttämä tarve sekä julkisille (73 %) että yksityisille (66 %) investointituille. Toinen merkittävä rahoitustarve koskee tuotteiden ja ratkaisujen demonstrointia, pilotointia ja prototyyppien valmistusta, mihin toivotaan merkittävästi nykyistä enemmän erityisesti julkista rahoitusta (69 %). Tämä käy ilmi myös sekä yrityshaastatteluista että kyselyyn saaduista vapaista vastauksista. Yli puolet vastanneista pitää tärkeänä myös rahoitusta perus- ja soveltavaan t&k:hon sekä kansainvälisten markkinoiden edistämiseen ja lähes puolet rahoitusta kotimaisten markkinoiden edistämiseen.

Rahoituksen jälkeen merkittävimmin tekijöinä nousevat esiin asiakkaiden odotukset, osaava työvoima sekä lainsäädäntöön liittyvät kysymykset. Myös säädösten ja lupakäytäntöjen sekä verotuksen merkitys korostuvat niin haastatteluissa kuin kyselyyn annetuissa vapaissakin vastauksissa.

Kuva 5.12. Kyselyyn vastanneiden arvioita uusiutuvia energiamuotoja edistä-
vistä tekijöistä. (1/2).



Kuva 5.13. Kyselyyn vastanneiden arvioita uusiutuvia energiamuotoja edistä-
vistä tekijöistä.(2/2).



Valtaosa vapaamuotoisista vastauksista tukee numeeristen kysymyksen tuloksia. Voimakkaina painotuksina nousevat esiin tarve selkeisiin ja pitkäjänteisiin poliittisiin linjauksiin sekä lupakäytäntöjen selkiyttäminen. Tärkeimpien tekijöiden joukkoon luettiin luotettava, pitkäjänteinen, ennakoitava ja selkeä energia- ja ympäristölainsäädäntö ja niitä koskeva päätöksenteko, samoin johdonmukainen politiikka sekä selkeät linjaukset uusiutuville energiamuodoille valtion taholta. Myös rakennuslupamenettelyn nopeuttamista, lupaprosessien kehittämistä kokonaisvaltaisesti huomioiden myös taloudelliset näkökohdat sekä säädösviidakon purkamista pidettiin tärkeänä. Sähköverkkoon liittyminen tulisi kehittää helpoksi. Malliksi ehdotettiin Saksaa. Myös kansainvälinen lainsäädäntö ja erityisesti EU säädökset nähtiin tärkeänä Suomen kehitystä ohjaavina tekijöinä. Tärkeinä seikkoina vastaajat korostivat myös markkinoiden kehittämisen merkitystä hajautetusti tuotetulle sähkölle. Syöttötariffijärjestelmää toivottiin kehitettävän tasapuoliseksi myös aurinkosähkölle ja lisäksi vastaavan suuruista tukea aurinkolämmölle.

Teknologisista seikoista vastaajat tähdensivät mm. materiaalin puhtauden merkitystä, Suomen olosuhteisiin soveltuvan teknologian kehittämistä. Lisäksi painotettiin yrittäjyyden kehittämistä, asiakkaiden ostopäätösten merkitystä sekä paikallisen pientuotannon ja alueellisen kysynnän tuntemisen roolia. Edelleen vastaajat pitivät tärkeänä VTT:n ja yliopistojen koetoimintaa ja yritysten omaa tuotekehitystä. Vastaajat tähdensivät myös pätevän työvoiman ja osaavan henkilöstön ja niiden saatavuuden merkitystä sekä tutkimusta koskevan huippuosaamisen tärkeyttä.

Yrityksiltä pyydettiin vapaamuotoista vastausta myös siihen, mikä on uusiutuvaan energiaan liittyvän liiketoiminnan osalta tärkein tulevaisuuden elinkeinopoliittinen toimenpide. Tässä korostuivat toimintaympäristön vakaus sekä pitkän aikavälin strategian luominen ja noudattaminen. Vastaajien mukaan tarvitaan pitkäjänteisiä, kauas tulevaisuuteen ulottuvia poliittisia päätöksiä, sillä energiantuotantoyritysköt suunnitellaan usein vähintään 30 vuodeksi. Valtiovallan toimintaa pidettiin tärkeänä pelisääntöjen vakauden kannalta. Tuki- ja veropoliittiset instrumentit nähtiin tärkeinä (mm. verohelpotukset kotitalouksien energiatuotantoinvestoinneille). Kotimarkkinoiden kehittymisen turvaamista pidettiin elinehtona kotimaisen palvelu- ja valmistusteollisuuden kehitykselle ja säilymiselle Suomessa. Toimivien kotimarkkinoiden kautta voidaan myös parhaiten kansainvälistyä.

Riskirahoitusta tarvitaan uusiutuvien energiamuotojen pilotointi- ja demonstraatiotoimintaan. Julkista tukea kaivataan erityisesti pitkällä tähtäimellä elinkelpoisille kansainvälisille markkinoille suunnatuille teknologioille niiden kaupallisen tuotannon aloittamiseksi ja innovaatiotoiminnan rahoituksen ns. 'kuoleman laakson' ylittämiseksi. Mikäli uusista innovaatioista halutaan menestystarinoita, tarvitaan vastaajien mukaan myös tuotekehitystä seuraaville vaiheille tarkoitettuja rahoitusinstrumentteja, ml. julkinen ja kansainvälinen rahoitus. Näin on erityisesti PK-yritysten osalta.

Useissa vapaamuotoisissa vastauksissa pohdittiin tuulivoiman erityiskysymyksiä. Vastaajat toivoivat sen lupamenettelyn selkeyttämistä, tuulivoiman ympäristö-

vaikutusten arvioinnin selkeyttämistä ja virtaviivaistamista toimiviksi käytännöiksi eri puolella maata. Tuulivoiman yleisen hyväksyttävyyden kannalta pidettiin tärkeinä faktapohjaisia ja puolueettomia tutkimuksia ja selvityksiä sekä eri toimijoiden mahdollisuutta osallistua hyvin aikaisessa vaiheessa ja systemaattisesti prosessiin. Uusiutuvan energian tukijärjestelmää tulisi vastaajien mielestä kehittää vastaamaan niitä taloudellisia reunaehdoja, joita tiukat lupakriteerit aiheuttavat erityisesti tuulivoiman kohdalla. Mikäli lupajärjestelmä ohjaa rakentamaan heikkoihinkin tuulioloihin tai erityisen kalliisiin paikkoihin, tulisi tukitasot rätätälöidä korkeammiksi.

Viranomaisten yhteistoimintaa toivottiin parannettavan sekä rakennuslupamenetelyä nopeutettavan vastaamaan markkinoiden tarpeita. Vastausten mukaan tuulivoiman potentiaaliset investoijat ovat osin epäröiviä siksi, että tuulivoimasyöttötariffissa ei ole inflaatiokorjausta. Vastauksissa toivottiin tehostettavan biopolttoaineen keräämistä ja biopolttoainetta käyttävien laitosten kehitystyötä. Myös ulkomailla tapahtuvaa, bioenergiahankkeiden suomalaisosaamiseen perustuvaa kehittämistyötä pidettiin tärkeänä, ja sen markkinointiin toivottiin valtion tukea. Tutkimus- ja kehitystoimintaan liittyvää yhteiskunnan tukea yrityksille, tutkimuslaitoksille ja yliopistoille pidettiin tärkeänä, koska vain siten voidaan ylläpitää Suomen johtava asema bioenergia-alan tutkimuksessa ja ylläpitää ja vahvistaa teknologia-toimittajien asemaa. Bioenergian käytön edistäminen edellyttäisi myös siihen pohjautuvien polttoaineiden verokohtelun helpottamista.

5.3 Yritysten ja muiden toimijoihin näkemyksiin perustuvia suosituksia

Suomen haasteena on ollut ja on tälläkin hetkellä peruspääoman puute uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan kehittämiseksi suurella volyymillä ja eri energiaaloilla. Tämä on näkynyt viime vuosina erityisesti tuulivoima-alalla. Instrumentteja kyllä olisi tarjolla esimerkiksi EU:ssa ja Suomessakin, mutta pääomaa ei. Tarvitaan myös lisää koulutusta, avointa keskustelua ja muualla maailmassa saatujen kokemusten hyödyntämistä. Tähän erään toimijan kommentti on seuraava:

"Tuulivoiman osalta tarvitaan monialaista osaamista, jota nykyiset korkeakoulut eivät tarjoa missään koulutuspaketissa. Pitäisi katsoa mallia Tanskasta ja Saksassa, missä osaamista on koottu yhteen koulutuspakettiin eri aloilta."

Viivyttely osaamisen päivittämisessä ei ole kenenkään näkökulmasta järkevä ratkaisu. Tuulivoiman osalta haasteena ovat olleet myös kaavoituksen erilaiset käytännöt eri puolilla Suomea. Tästä ovat yhtä mieltä eri alojen toimijat. Esimerkiksi tuulivoimapuistojen lupakäytäntöjen virtaviivaistaminen olisi tärkeää. Tähän liittyen myös luvanantajien ja lausuntojen kirjoittajien osaamista tulee päivittää. Esimerkiksi puolustusvoimilta pyydetään ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä lausuntoja tuulivoimapuiston vaikutuksista. Suomalainen ympäristövaikutusten arviointi tunnetaan maailmallakin erittäin korkealaatuisena, yli sektorirajojen menevänä yhteistyönä osallistumiskäytäntöineen.

Tuulivoimapuistojen liiketoiminnan kehittämiseen liittyvät lupamenettelyt on esimerkki virtaviivaistamisen tarpeesta. Hallinnonalojen tiivis yhteistyö tässä asiassa on ensisijaisen tärkeää. Tämä on akuutti ongelma, jonka ratkaiseminen edellyttäne myös lainsäädännön muuttamista. Kansalaiset on huomioitava tässä osallisina YVA-lain hengessä. Laki takaa jokaiselle kansalaiselle oikeuden jättää muistutus käsillä olevan hankkeen arvioiduista vaikutuksista. Kansalaisten mahdollisuus osallistua ja myös hyötyä alueelle suunnitellusta tuulivoimala- tai muusta vastaavasta hankkeesta (kuten Tanskassa) vähentää ennakkoluuloja ja pelkoja ja luo myös suotuisat edellytykset liiketoimintamahdollisuuksille (ks. myös Sairinen, Kohl et al., 2010). Eräs toimija kiteyttää asian näin:

"Suomesta puuttuu kulttuuri, jossa myös paikalliset pääsisivät osallisiksi tuulipuistohankkeisiin. Tanskassa tuulivoimalaitokset olivat aluksi pieniä ja sen vuoksi ne olivat helpommin hyväksyttäviä ilmeisesti."

Toinenkin toimija viittaa siihen, että yhteiskunnallista kontekstia ei oteta riittävästi huomioon:

"Tarvitaan sosio-ekonomista tarkastelua. Kun tehdään erilaisia arviointeja esim. t&k-puolella, pitäisi olla sosio-ekonomisista vaikutuksista arviointi ja ymmärrys. Sitä ei ole. Ei ole kokonaisvaltaista ymmärrystä. Sosiaalitieteet eivät ole mukana, kuten on esimerkiksi Ruotsissa tai Tanskassa. Täällä mennään teknologiapää edellä."

Reagointinopeuteen tarvittaisiin kipeästi välineitä: ripeys tarttua uudenlaisten, laaja-alaisen liiketoimintamahdollisuuksien tarkasteluun ottaen huomioon yhteiskunnalliset näkökulmat mm. biopolttoaineiden osalta voisi olla suomalaisten etu. Bioraaka-aineisiin liittyvää perusosaamista Suomessa on erittäin paljon, kuten tiedetään, mutta nyt tarvitaan myös julkisen vallan osalta rohkeutta, uudenlaista asennetta ja ajattelutapaa. Muutoksen tarve erityisesti viestinnässä ja erilaisten yhteiskunnallisten reunaehtojen ja kontekstin huomioimiseksi ei ole ollut suomalaisessa toiminnassa etusijalla. Eräs toimija kiteyttää asian näin:

"Biodiesel on hyvä esimerkki siitä, miten ei osattu ennakoida, eikä hallittu kokonaisvaltaista ajattelua. Mitä pitäisi oppia Uruguayn tapauksesta? Ainakin että sosiaaliset vaikutukset pitää ottaa tosissaan."

Riskit ja niiden ennalta tunnistaminen ja arviointi kuuluvat juuri niihin toimenpiteisiin, joita varten kipeästi tarvitaan yli sektorirajojen tehtävää yhteistyötä. Esimerkiksi realistisen käsityksen saaminen bioenergian globaalista kysynnästä ja tähän liittyvän suomalaisen osaamisen ja liiketoiminnan potentiaalien kansainvälinen arviointi niin perinteisen energia-alan kuin sen ulkopuolisten toimijoiden toimesta, antaisivat uudenlaista perspektiiviä koko lähi- ja pitkänkin ajan kehityksen ja sen edellyttämien julkisen vallan toimenpiteiden ennakointiin. Esimerkiksi aurinko- ja tuulienergian liiketoimintapotentiaalien kehittymisen osalta tarvittaisiin julkista, tasavertaista keskustelua eri energiamuodoista. Osana tätä keskustelua tulee olla globaalien haasteiden tunnistaminen, ja tämä keskustelu tulee kytkeä realistisesti esimerkiksi ilmasto- ja biodiversiteettivelvoitteisiin niin Suomessa kuin globaalistikin.

Jotta osaaminen voitaisiin muuttaa uusiksi ratkaisuuksi, on tärkeää luoda kotimarkkinat. Tämä voi tapahtua esim. rakentamalla referenssitehtaita, joissa voidaan myös kokeilla ja kehittää pilotointia sekä mahdollistaa testaus. Osaamista pitää pysyä kehittämään ja päivittämään entistä kiivastahtisemmassa ja kiristyneessä kilpailutilanteessa. Miten tässä tilanteessa priorisoidaan eri uusiutuvien energiamuotojen liiketoiminnan kehittämistä, on ilman muuta asia, josta tulisi käydä jatkuvaa ja avointa keskustelua eri toimijoiden kesken. Julkisen vallan toimenpiteiden osalta tällainen systemaattinen ja ennakoiva vuorovaikutus jatkuvana prosessina on suositeltavaa. Tähän keskusteluun tulee osallistua myös nk. perinteisten energia-alan toimijoiden ulkopuolelta tulevia keskustelijoita.

On erittäin tärkeää, että eri alojen toimijoilla on hyvä käsitys uusiutuvasta energiasta. Myös tilaajien ymmärrystä uusiutuvasta energiasta, energiatehokkuudesta ja niihin liittyvistä liiketoimintanäkökuulmista tulee laajentaa ja kuntien hankintapuolen edustaja tulee myös opettaa laatimaan tarjouspyynnöt niin, että uusiutuva energia ja energiatehokkuus kuuluvat hankintakriteereihin. Tällaisia käytäntöjä on kokeiltu menestyksellisesti Hollannissa. Tämä vaatisi täydennyskoulutusta, mutta toki myös asennemuutosta, ja tässäkin tarvittaisiin poikkisektorista yhteistyötä. Alla erään toimijan yhteenveto asiasta:

"Sekä energiatehokkuuden parantamisen että uusiutuvan energian käytön lisäämisen vuoksi oikeastaan kaikki rakennusalaalla toimivat pitäisi jatkokouluttaa, arkkitehteista putkimiehiin, sähköasentajiin ja timplereihin. Julkisen vallan hankintoja tekevät pitäisi kouluttaa laatimaan tarjouspyynnöt niin, että myös energiatehokkuus ja uusiutuva energia ovat hankintakriteereitä. Rakennushankkeissa ne voivat olla myös kilpailtavia asioita. Ainakin Hollannissa on julkisia rakennushankkeita kilpailutettu siten, että hinta on kiinteä, firmat kilpailevat siitä kuka tarjoaa sillä hinnalla energiatehokkaimman. Sähkö- ja kaukolämpöyhtiöissä sekä verkkojen suunnittelussa tarvitaan asennemuutos, jotta myös pientuotanto pääsee verkkoihin myös käytännössä eikä vain teoriassa. Tästä onneksi on hallitusohjelmassa selkeä kirjaus."

Keskeinen toimenpidesuositus on täten siirtyminen sektori-, toimiala- tai järjestökeskeisestä ajattelusta entistä ripeämmin kohti ongelma- tai ilmiölähtöistä keskustelua, esimerkiksi siitä, millaisia ovat tuulivoimapuistojen ja uusiutuvaan energiaan liittyvien palvelujen tulevaisuuden haasteet ja mahdollisuudet liiketoimintapotentiaalina. Tähän liittyvät erittäin kiinteästi työllisyys- ja elinkeinopoliittiset tarkastelut ja julkisen vallan seuranta, kohdentuen nimenomaan uusiutuvaan energiaan ja sen eri muotoihin sekä arvioihin vaikutuksista koko arvoketjun eri osissa suoraan ja välillisesti. Eri järjestöt ja esimerkiksi maakunnat ovat jo tuottaneet tietoa jonkin tai joidenkin uusiutuvien energialähteiden osalta. Systemaattista tarkastelua lyhyen ja pitkän aikavälin näkökulmasta juuri liiketoimintapotentiaalien kokonaisvaltaiseksi ennakoimiseksi tarvitaan jatkossakin tulevaisuuden toimenpiteiden suuntaamiseksi.

6 Johtopäätökset, kehittämisehdotukset ja suositukset

Tässä luvussa esitetään tutkimukseen perustuvia johtopäätöksiä Suomen uusiutuvaan energiaan liittyvistä globaaleista liiketoimintamahdollisuuksista sekä niiden edistämisestä politiikkatoimin. Lukuun on kerätty yhteen suomalaisten energianteknologioiden vahvuuksia, haasteita ja kehittämisehdotuksia. Löydöstemme mukaan Suomen uusiutuvan energian alan yritystoiminnalla on potentiaalia kasvaa ja kehittyä nykyistä kilpailukykyisemmäksi. Tätä silmälläpitäen tehdään suosituksia uusiutuvien energianteknologioiden ja -muotojen edistämiseksi innovaatiotoiminnan, osaamisen ja koulutuksen sekä elinkeino-, alue- ja työllisyyspolitiikan ja informaatio- ja taloudellisen ohjauksenkeinoin.

Tarkastelun pääkohteena ovat olleet uusiutuvat energiateknologiat, mutta on huomattava, että monet energiateknologiat liittyvät sekä uusiutuvien että uusiutumattomien energiamuotojen kehittämiseen. Vastaavasti monet energiateknologian saralla menestyneet vientiyritykset, kuten kattilalaitosten, taajuusmuuttajien ja inverttereiden valmistajat, palvelevat sekä uusiutuvien että uusiutumattomien energiamuotojen kehittämistä. Ylipäänsä uusiutuvan energian teknologioiden ja liiketoimintamahdollisuuksien tutkimuksessa ilmenee asioiden luokittelun ja rajanvedon problematiikka monin tavoin.

6.1 Uusiutuvilla energiateknologioilla mittavat kysyntänäkymät globaaleilla markkinoilla

Uusiutuvan energian tuotantoon, teknologioihin ja kulutukseen liittyvät markkinat ovat maailmanlaajuisesti voimakkaassa kasvussa. Nopeimmin kasvavat avainhyödykkeillä mitattuna aurinkoenergian ja tuulienergian teknologian maailmanmarkkinat: vuonna 2010 valokennojen markkinat olivat noin 25 mrd. USD ja taajuusmuuttajien 20 mrd. USD.

Esimerkiksi Saksassa uusiutuvat energialähteet ovat tulevaisuuden energiatarjontaa koskevan järjestelmän tukipilari, ja niiden osuus sähkön tarjonnasta on tarkoitus kaksinkertaistaa vuoteen 2020 mennessä. Globaaleja markkinoita muokkaavat jatkossa USA:n ja Euroopan Unionin ohella erityisesti suurten kehittyvien talouksien nopeasta kasvusta syntyvät energiatarpeet. Esimerkiksi Kiina on asettanut tavoitteeksi tuottaa uusiutuvilla energiamuodoilla 15 prosenttia primäärienergian kulutuksesta vuoteen 2020 mennessä ja Intian strategisten tavoitteiden toteutuminen merkitsisi uusiutuvan energian osuuden nousemista maan voimantuotantokapasiteetista noin 18 prosenttiin vuoteen 2022 mennessä.

6.2 Suomella monia menestykseen tarvittavia vahvuuksia

Niin teollisuudessa kuin palveluissakin uudet liiketoimintamahdollisuudet ja kasvualat perustuvat lähes poikkeuksetta olemassa oleviin vahvuuksiin, niiden uusiin yhdistelmiin tai uusien ideoiden ja perinteisen osaamisen kytkemiseen. Näin on myös uusiutuvan energian tapauksessa. Kokonaan uusia ideoita, tuotteita ja kokeilujakin tarvitaan, mutta niihin liittyvät riskit ovat luonnollisesti suurempia ja aika-horisontti kaupalliseen menestymiseen pitkä.

Energian tuotanto, jakelu ja kulutuskin ovat luonteeltaan järjestelmiä. Uusiutuvaa energiaa ei läheskään aina voida – eikä usein ole tarpeenkaan – erottaa omaksi saarekkeekseen. Uusiutuvan energian käytön lisäämiselle asetetut tavoitteet, eli päästöjen ja uusiutumattoman energian kulutuksen vähentyminen, voidaan usein saavuttaa tehostamalla nykyisiä energiajärjestelmiä tai yhdistämällä niitä ja uusiutuvien käyttöä. Ei siis ole aina syytä kehittää aivan uutta systeemiä, vaan rakentaa muutosta vanhaa muokaten ja kehittäen. Sama pätee liiketoimintaan.

Yleisesti ottaen uusiutuvaan energiaan – niin energian tuotantoon, teknologioihin ja laitteisiin kuin kulutukseenkin – liittyvät markkinat ovat voimakkaassa kasvussa ja alan yritys rakenne muuttuu nopeasti. Pienelle maalle ja pienille yrityksille tämä tarkoittaa mahdollisuuksia asemoitua alan arvoketjuihin omien kilpailuetujen mukaisesti. Usein on järkevää hakeutua johonkin tuotanto- ja arvoketjun osaan, ei välttämättä pyrkiä hallitsemaan koko ketjua. Tällöin on tarpeen selvittää arvoketjun rakennetta ja sitä, missä ketjun osissa arvo on suurin suhteessa omiin resursseihin.

Toinen yleinen globaaleja markkinoita muokkaava lähtökohta on kehittyvien maiden nopea kasvu ja energiatarpeet, kuten tässä raportissa on muutamien esimerkkien valossa tuotu esiin. Kehittyvillä markkinoilla kilpailutilanne saattaa olla suomalaisten tuottajien ja pk-yritysten kannalta otollisempi kuin kehittyneissä maissa. Tätä ovat muutamit raportissakin esiintyvät suomalaiset keskisuuret uusiutuvien ja uusiutumattomien parissa toimivat yritykset jo hyödyntäneet.

Suomen innovaatiojärjestelmän tunnustetut vahvuudet, kuten läheiset yhteydet julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden välillä, antavat hyvät lähtökohdat myös uusiutuvien energia-alojen tekniikoiden ja palvelujen kehittämiseksi. Suomen vahvuudet uusiutuvien energiatekniikoiden alueella perustuvat pääasiassa metsäteollisuuden myötä syntyneeseen korkeatasoiseen bioenergiaosaamiseen. T&k-toiminta bioenergia-alalla on ollut aktiivista ja pitkäjänteistä (VTT, TEM, Tekes). Suomessa on toteutettu useita energiatekniikan ja energiasäästön edistämistoimia ja politiikkaohjelmia, jotka osaltaan edistävät uusiutuvan energian kehittämistä. Esimerkkeinä ovat mm. uusiutuvan energian velvoitepaketti 2010 sekä Tekesin bioenergiaohjelmat.

Ulkomaankauppalukujen valossa Suomi on 10 suurimman viejän joukossa kattilavoimaloissa, moottorivoimaloissa ja staattisissa muuttajissa, jotka soveltuvat sekä

uusiutuvien että uusiutumattomien energiamuotojen käyttöön. Suomessa on menestyneitä yrityksiä myös muilla uusiutuvan energian aloilla. Tuuli- ja aurinkovoimassa Suomen vahvuusalueita ovat kapeat segmentit (mm. korkeatasoinen komponenttivalmistus), jotka perustuvat vahvaan metsä-, metalli- ja ICT- toimialoilla kehitettyyn osaamiseen.

Suomen mahdollisuudet uusiutuvan energian globaaleilla markkinoilla näyttävät lupaavimmilta bioenergiaan liittyvien teknologioiden ja palvelujen alalla. Vaikka kilpailu bioenergia-alalla on viime vuosina kiristynyt (mm. kattilavoimalat), voinee kestävä uusiutuvan energian liiketoimintaa kasvattava strategia jatkossakin perustua pitkälti vahvojen alojemme hyödyntämiseen ja uusintamiseen.

Bioenergia-alalla on useita potentiaalisia, metsäsektoriin liittyviä nopean kasvun liiketoiminta-alueita. Tällainen on mm. mekaanisen bioenergian höydyntäminen. Puuhakkeen ja muun kiinteän puuperäisen raaka-aineen käyttö energian tuotannossa lisääntynee ja pienpuun korjuutekniikkaa tehostunee merkittävästi tulevaisuudessakin. Mahdollisuuksia on kuitenkin vielä paljon ja niiden hyödyntäminen voi pohjautua olemassa olevaan puunkorjuun teknologiaan, yrityksiin ja liiketoimintaan.

Poltteknikat ovat suomalaista ydinosaamista, jonka pohjalta on kehitettävissä uutta uusiutuvan energian teknologista osaamista ja liiketoimintaa muutoinkin kuin mekaanisen puuenergian hyödyntämisessä. Tämä pätee energiantuotantoon mekaanisista biopolttoaineista, mutta tulevaisuudessa myös dieselmoottoritekniikalla.

Vahva sellu- ja paperiteollisuus on luonteva perusta biopolttoaineiden tuotannolle. Suomalaiset metsäteollisuusyritykset ovat edenneet biojalostamoinvestoinneissa suhteellisen hitaasti, mutta meneillään olevat hankkeet merkitsevät uutta vaihetta. Suuret metsäteollisuusyritykset ovat muuntautumassa bioyrityksiksi ja ns. toisen sukupolven biopolttoaineiden tuotanto, todennäköisimmin integroituna massantuotantoon, on luonteva osa tätä kehitystä. Myös pyrolyysiöljyn laajamittaiselle tuottamiselle ja käytölle ennakoidaan tulevaisuudessa suuria mahdollisuuksia.

Bioenergia-alaan liittyvien palvelukonseptien kehittäminen tarjonnee tulevaisuudessa kasvavia liiketoimintamahdollisuuksia.

Metsien käyttöön perustuvan bioenergian käytön laajentamisen tulee perustua kestäväen kehityksen vaatimuksiin ja kansainvälisiin sopimuksiin mm. biodiversiteetin ja kasvihuonekaasupäästöjen osalta.

Myös muilla Suomen vahvuusalueilla on vastaavanlaisia kasvumahdollisuuksia: Pitkälle kehittynyt taajuusmuuttajateknologia on yksittäinen, mutta mielenkiintoinen esimerkki. Sitä voidaan hyödyntää mm. aurinkoenergia- ja tuulivoimaratkaisuissa niin, että energian tuotannon tehokkuus merkittävästi kasvaa.

Suuntautuminen kokonaisvaltaisempien uusiutuvien energiatekniikoiden ja -palvelujen yhteisiin konsepteihin ja niihin perustuviin järjestelmätoimituksiin olisi omiaan lisäämään yritysten menestymismahdollisuuksia globaaleilla markkinoilla.

Suomalaisen energiaklusterin arvioidaan toimivan hyvin ja tällä alalla maassa on runsaasti osaamista. Alan yrityskanta vahva ja Suomen sähkömarkkinat ovat olleet toiminnassa jo useita vuosia.

Panostus älykkään sähköverkon (smart grid) kehittämiseen on tärkeä uusiutuvan energian alueella toimiville yrityksille. Älykäs sähköverkko, joka pystyy ottamaan vastaan ja hallitsemaan hajautetusta tuotannosta tulevaa sähköä on tärkeä uusiutuvan energian markkinakanava, joka sopii myös pilottien testaamiseen. Sen avulla voidaan tuottaa hybridiratkaisuja, jotka tuottavat sähköverkkoon joustavasti tuulivoimalla tai aurinkovoimalla tuotettua energiaa. Vastaavia mahdollisuuksia on maa- ja kalliolämmön yhdistämiseksi lämmitysjärjestelmien osaksi. Älykkäiden sähköverkkojen kehittäminen uusiutuvia energialähteitä hyödyntäviksi on yksi merkittävä mahdollinen suomalaisyritysten liiketoiminnan kasvualue.

Suomessa on pitkäaikaista kokemusta sähkön ja lämmön yhteistuotantoon liittyvistä teknologioista (CHP) sekä teollisuudessa että yhdyskunnissa ml. kaukolämpö- ja jäähdytysratkaisut. Tällä osaamisella saattaisi olla kaupallista potentiaalia myös kansainvälisillä markkinoilla. Asiaa kannattaa selvittää tarkemmin. Tutkimuksen yhteydessä on mm. tullut esille ajatus hybridiratkaisujen kehittämisestä kaukolämpöjärjestelmään. Se voisi toimia suomalaisena vientituotekonseptina.

6.3 Menestyksen tiellä paljon haasteita

Suomella on uusiutuvien energiatekniikoiden ja niiden viennin kehittämisessä runsaasti haasteita. Bioenergiateknologiat ja niitä koskeva osaaminen ovat korkealla tasolla, mutta muiden uusiutuvien kohdalla tilanne on hajanaisempi. Ulkomaankauppatilastojen valossa Suomi ei ole juurikaan erikoistunut tuuli- ja aurinkovoiman avainkomponenttien vientiin, joskin Suomesta viedään näiden teknologioiden muita komponentteja. Esimerkiksi tuulivoima-alalla toimii verrattain harvoja menestyviä voimalakomponenttien vientiyrityksiä.

Tekesin ohjelmissa keskeinen uusiutuviin liittyvä teema on ollut bioenergia. Muiden uusiutuvien osuus on jäänyt pienemmäksi (esim. ClimBus-ohjelmassa ja CLEEN-SHOKissa).

Uusiutuvan energian teknologiaa edistävä julkinen rahoitus on keskittynyt t&k-vaiheeseen, eikä niinkään innovaatio- ja kasvuprosessin lähempänä markkinoita oleviin vaiheisiin, kuten pilotointiin. Uusiutuvien energiateknologioiden suomalainen patentointi on ollut myös melko vähäistä. Tämän päätelmän perustaa vaikeuttaa kuitenkin se, että monet patentit (esimerkiksi bioenergia-alalla) liittyvät tekniikoihin, jotka ovat hyödynnettävissä sekä uusiutuvien että uusiutumattomien energialähteiden käytössä.

Tutkimuksessa haastatellut yritykset kokevat uusiutuvan energian innovaatio-toiminnan rahoittamisen hajanaiseksi. Alan tutkimusohjelmissa on arvioiden perusteella syntynyt tärkeitä tuloksia, mutta niiden hyödynnettävyys käytännössä on jäänyt usein riittämättömäksi. T&k-toiminnassa alan suuret yritykset ovat kyenneet

toteuttamaan merkittäviä kehityshankkeita, mutta haastatelluista pk-yrityksistä monilla on ollut vaikeuksia tehdä rahoitushakemuksia. Sekä t&k-rahoittajien että rahoitettavien mielestä riskinotto uusituvan energian liiketoiminnan kehittämiseksi on Suomessa suhteellisen pientä.

Uusiutuvia energiamuotoja edistävän politiikan tulisi olla horisontaalista ja kattaa kaikki relevantit politiikka-alueet, kuten ilmasto-, energia- luonnonvara-, hyvinvointi- ja metsäpolitiikka vastataksemme suuriin aikamme haasteisiin. Alan viennin ja kansainvälistämisen edistäminen on verrattain vaatimatonta. Rahoittamismahdollisuudet mm. alan kasvuyritysten synnyttämiseksi ja määrän lisäämiseksi ovat riittämättömät, eivätkä erityisesti pienet ja keskisuuret alan yritykset kykene riittävästi kehittämään ja myymään uusiutuvia koskevia kokonaisiasia energiateknologia- ja palvelukonsepteja.

Uusiutuviin energiamuotoihin ja -teknologioihin liittyvä koulutuksen ja osaamisen kehittämisen kokonaiskuva on hajanainen. Koulutuksen tason ja kattavuuden arviointi on vaikeaa, koska uusiutuvia energiateknologioita ja -muotoja koskeva koulutus on voitu integroida yhtenä osana esimerkiksi energia- ja sähkötekniikan koulutukseen ja toisaalta uusiutuvaa energiaa palvelevaa geneeristä koulutusta (esim. mekaniikka) annetaan hyvin monissa oppilaitoksissa, jolloin sen osuuden erottaminen koulutusohjelmien perusteella ei ole helppoa. Uusiutuviin energiamuotoihin liittyvän osaamisen ja koulutuksen kehittämistarve myös jakaa mielipiteitä: yhtäältä kokonaisvaltainen koulutus kestävän kehityksen näkökulmasta katkaen taloudelliset, tekniset, ekologiset ja sosiaaliset näkökohdat näyttäisi perustellulta, toisaalta esimerkiksi sähkötekniillisen tai mekaniikan erityisosaamisen näkökulmasta uusiutuvaan energian koulutuksen eriyttäminen ei kuitenkaan näyttäisi mielekkäältä. Alan koulutuksesta tarvitaan jatkoselvityksiä poikkihallinnollisesti ja kansainvälisestikin yhdessä opetus- ja kulttuuriministeriön ja sen hallinnonalan toimijoiden kanssa. Uusiutuvien energiateknologioiden ja muotojen koulutuksen kehittämiseksi on tarpeen tuottaa systemaattisesti tietoa (kuten luokittelun avulla) opetus- ja kulttuuriministeriön ja muiden alan viranomaisten yhteistyönä – unohtamatta kuunnella järjestöjen, teollisuuden, muiden alojen asiantuntijoita sekä päätöksentekijöitä.

6.4 Uusiutuvien edistämisessä tarvitaan monipuolisia politiikkatoimia ja työkaluja

Energian tuotanto ja kulutus on viime vuosikymmeninä ollut markkinaohjautunutta. Energiamarkkinat – sekä lopputuotemarkkinat, teknologiamarkkinat että tuotannon tekijämarkkinat – ovat kuitenkin kaukana normaaleista kilpailullisista markkinoista. Osin niin on oltavakin, koska kyse on yhteiskunnan perusinfrastruktuurista ja perushyödykkeistä ja siksi on luontevaa, että energiasektorille asetetaan ympäristöllisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden reunaehdot. Valtiot ja kansainväliset järjestöt ovat puuttuneet kehitykseen erityisesti ilmasto- ja ympäristösyistä

ja markkinamekanismin rooli energia-alalla on heikentynyt. Myös Suomen energia-alan kehittämistä ohjaavat erilaiset kansainvälisesti sovitut ympäristöä sekä sosiaalista ja taloudellista kestävyyttä koskevat velvoitteet. Yritysten vastuullisuus ja kestävän kehityksen tavoitteet ovat tulleet osaksi myös uusiutuvaa energiaa ja sen liiketoimintaa suuntaavaa keskustelua ja kehitystä.

Näiden reunaehtojen sisällä on kuitenkin mahdollisuus omaan elinkeino- ja innovaatiopolitiikkaan. Muillakin politiikkatoimilla kuten koulutus-, tutkimus- ja teknologiapolitiikalla on tietysti tärkeä merkitys uusiutuvan energian tuotannon, käytön sekä laitteiden ja teknologioiden markkinoiden kehittymiselle. Uusiutuvaan energiaan liittyvää politiikkaa ei aina ole mahdollista tai järkevää erottaa muuhun energiaan liittyvästä politiikasta. Kestävää ilmasto- ja energiatoimintaa voidaan edistää aktiivisella ja monipuolisella horisontaalisella uusiutuvia energiamuotoja suosivalla elinkeino-, innovaatio-, ympäristö- ja muita tavoitteita yhdistävällä politiikalla. Tärkeää on saada aikaan vuoropuhelua uusiutuvaan energiaan liittyvistä liiketoimintamahdollisuuksista ja haasteista yli hallinnonrajojen, mutta aidosti myös eri yritysten ja sidosryhmien välille.

Uusiutuvan energian hinta ei tänä päivänä kaikilta osin ole kilpailukykyinen muihin energiamuotoihin verrattuna. Uusiutuvien energiamuotojen käytön lisääminen on kuitenkin välttämätöntä yksin jo ilmastomuutoksen torjumisen takia. Tämän vuoksi myös valtion interventiotimet, kuten uusiutuvien energiamuotojen korkeampaa hintaa kompensoivat määräaikaisten valtion tuet ovat hyväksyttäviä.

Uusiutuvan energian teknologioiden kehitys on monilta osin yhä varhaisessa vaiheessa, ja siten perustutkimuksella ja sitä lähellä olevalla kokeellisella toiminnalla on merkittävä rooli teknologioiden kehittymiselle. Kun uusiutuvien käyttö kasvaa globaalisti, monipuolisen tutkimustoiminnan ylläpitäminen on välttämätön edellytys tulevaisuuden menestymiselle. Uusiutuvan energian t&k-toiminta painottuu nyt hyvin voimakkaasti bioenergiaan, ja jatkossa tulisi vahvistaa myös muiden uusiutuvien energiateknologioiden t&k-toimintaa.

Uusiutuvan energian teknologiamarkkinoiden kehittyminen korostaa julkisen sektorin toimien ja myös julkisen innovaatiojärjestelmän tuen merkitystä alan kehittämiseksi. Innovaatiotukien jakamista Tekesin kautta ja sen instrumentteja käyttäen on järkevää jatkaa ja suunnitella myös uusia instrumentteja. Uusiutuvien energiamuotojen teknologioiden ja käytön kehittämistä voidaan lisäksi edistää julkisen sektorin innovatiivisilla hankintatoimilla, koska kunnat vastaavat laajasti yhdyskuntien energiatuotannon ja energiapalvelujen kysynnästä. Uusia taloudellisia ja teknologisia riskejä sisältäviä teknologia-aloja voidaan erityisesti pk-yritysten osalta edistää luomalla markkinoita kotimaassa, minkä kautta myös pääsy vientimarkkinoille helpottuu. Julkisen innovatiivisen hankintatoimen kehittäminen uusiutuvien energiateknologioiden ja palvelujen edistämiseksi on kiinnostava instrumentti, josta on kasvavasti kansainvälisiä kokemuksia ja jonka soveltamista tulisi selvittää laajemmin myös Suomessa.

Yksittäinen tutkimuksessa esiin tullut ehdotus uusiutuvien energiamuotojen kehittämiseksi oli suositus aurinkoenergian ottamista osaksi uusiutuvan energian tukipakettia (tuki taloyhtiöille ja aluelämpöratkaisuille niin uusissa kuin saneerauskohteissaakin). Lisäksi pidetään tärkeänä selvittää toimia, joilla alueellisia energiayhtiöitä voidaan kannustaa siirtymään fossiilisista polttoaineista uusiutuvaan energiaan.

Älykäs ja hyvin suunniteltu regulaatio on usein paras politiikkainstrumentti, joka ei vaadi julkisia menoja tai verokevennyksiä vaan ainoastaan hyvää suunnittelua. Yksi tällainen mahdollisuus on luoda esimerkiksi uusiutuvan energian polttoaineille standardeja, joita ei nyt ole samalla tavalla kuin fossiilisille polttoaineille.

Pienen maan rajallisten resurssien takia uusiutuvien energiamuotojen ja -teknologioiden edistämistoimissa on kuitenkin oltava valikoiva. On perusteltua edelleen rakentaa niiden alojen varaan, joissa on perinteisiä vahvuuksia kuten bioenergia, mutta mahdollisuudet myös muiden energia-alojen osalta on voitava pitää auki. Uusiutuvan energian sektori on monilta osin elinkaarimielessä vielä aivan alkuvaiheessa: useilla uusiutuvan energian alueilla – kuten bioenergiassa, aurinkoenergiassa tai vaikkapa aaltoenergiassa – on vielä alueita, joilla tehdään perustutkimusta tai ollaan vasta siirtymässä sovellusten suuntaan. Tämä on aluetta, jossa toimijana voi olla pääsääntöisesti vain julkinen sektori. Toisaalta on vakiintuneita alueita, kuten vesivoima, jossa itse energian tuotantoon liittyvää tutkimusta ei tarvita, mutta jossa julkisella sektorilla on ympäristösyistä tärkeä rooli.

Suomen uusiutuvan energiasektorin yritys rakenne kattaa sekä suuria, muillakin aloilla toimivia yrityksiä että toisaalta pieniä, pääosin tai kokonaan uusiutuvaan energiaan keskittyviä yrityksiä. Poliittikkatoimia voidaan perustella ”infant industry” -argumentilla sekä pienten yritysten markkinoillepääsyn kynnystä alentavalla argumentilla. Eri kehitysvaiheessa olevat yritykset tarvitsevat erilaisia politiikkainstrumentteja. Kypsälle teolliselle vaiheelle sopiva politiikka ei välttämättä sovi aloittaviin ja kokeileviin yrityksiin, ja palveluliiketoiminnan kehittäminen edellyttää myös omanlaisiaan politiikkatoimia. Tästä tarvittaisiin lisäselvitystä.

Kotimaisen yhteistyön avulla voidaan helpottaa yritysten etabloitumista valituille vientimarkkinoille. Hyödyntämällä vientialueella jo etabloituneiden yritysten kontaktiverkostoa ja paikallisten toimintatapojen ja kulttuurin tuntemusta, voidaan opettaa uusia yrityksiä lähestymään paikallisia markkinoita. Tämän osaamisen levittämisessä julkisilla tahoilla kuten Finprolla on merkittävä rooli.

6.4.1 Pilotoinnin ja demonstroinnin kehittäminen keskeistä

Tämän tutkimuksen keskeinen politiikkatoimia koskeva suositus on uusiutuvien energiateknologioiden pilotoinnin, prototyyppien sekä täyden mittakaavan demonstroitilaitosten kehittäminen. Monet uusiutuvan energian tuotantomuodot ja teknologiat ovat tutkimusvaiheen jälkeenkin vielä kaukana kaupallistamisesta. Lisäksi markkinat ovat vasta kehittymässä eikä referenssejä siksi ole helppo saada aikaan niiden kautta. Siksi pilotointia on järkevää tukea politiikkatoimin, vaikka sen

tukeminen ei olekaan yleisesti ottaen ollut keskeisessä roolissa suomalaisessa innovaatiopolitiikassa. Uusista teknologioista on kuitenkin saatava käytännön kokemuksia, jotta investointeja suunnittelevat asiakkaat pitäisivät niitä uskottavina. Laite- ja laitostoimittajien kannalta pilotointi on edellytys uusien teknologioiden lanseeraukselle markkinoille ja kilpailukyvyn nostamiselle sekä kotimaassa että kansainvälisillä markkinoilla. Pilotointia on jonkin verran jo tehty Suomessa, mutta paikallisten olosuhteiden erityisvaatimusten takia sitä voi olla tarpeen järjestää myös vientimarkkinoilla. Pilotoinnin kehittäminen voi edistää myös sekä Suomen päästötavoitteiden toteutumista että suomalaisyritysten uusien niche-tyyppisten vientituotteiden kehittämistä.

Julkinen sektori voi toimia pilottiasiakkaana tai perustella hankintojaan innovatiivisen julkisen hankinnan argumentilla. Myös takuuhinnan tai syöttötariffin tarkoitus on markkinoiden luominen, mutta markkinamekanismia osin hyödyntäen. Tämä mainitaan myös Jyrki Kataisen hallitusohjelmassa, jossa esitetään lupauksia syöttötariffien kehittämiseksi, politiikkaohjelmien virtaviivaistamiseksi valtakunnallisesti sekä julkisen innovatiivisen hankintatoimen kehittämiseksi.

Energialaitteiden ja -laitosten pilotointi edellyttää niiden integrointia energiajärjestelmiin. Kokonaisten järjestelmien sopeuttamista tai jopa uusien järjestelmien rakentamista vaativa pilotointi edellyttää käyttäjän ja toimittajan lisäksi useiden muiden tahojen osallistumista. Koska energia-alan yksityisten ja julkisten toimijoiden määrä Suomessa on rajallinen ja niiden väliset suhteet ovat usein läheiset, yhteisten toimintamallien ja yhteistyömuotojen pilottien toteuttamiselle olisi sinänsä hyvät edellytykset.

Pilotoinnin keskeiseen haasteeseen eli taloudellisen riskin jakamiseen toimijoiden kesken tulisi kehittää yhtenäinen malli. Joskus pilotointia toteutetaan käytössä olevassa laitoksessa, mihin voi liittyä taloudellisia riskejä. Hyötyä onnistuneesta pilotoinnista syntyy ensinnäkin laite- tai laitostoimittajalle, joka ensimmäisen kaupan lisäksi on saanut tärkeää tietoa laitteen tai laitoksen toimivuudesta sekä referenssin uudesta tuotteesta, mutta myös käyttäjä hyötyy järjestelmän entistä paremmasta toimivuudesta. Hyötyjinä voi olla myös kolmansia energiajärjestelmään liittyviä osapuolia.

Pk-kasvuyrityksille pilotoinnin aiheuttama taloudellinen investointi ja riski ovat usein merkittäviä tai jopa ylivoimaisia, joten ne tarvitsevat riskien kantamiseen joko yksityistä tai julkista tukea. Kotimaiset yksityiset ja julkiset rahoituskanavat ovat tähän kuitenkin riittämättömät, ja siksi tulisi harkita uusien rahoitusinstrumenttien käyttöä (esim. säätiöt).

Valtion tulisi harkita myös investointituen laajempaa kohdistamista uusien uusiutuvien energiateknologioiden pilotointiin, joko tukien uusiutuvaan energiaan investoivia yrityksiä ja tahoja tai investoimalla itse pilottikohteisiin. Pilotointituen mahdollisiksi kohteiksi tutkimuksessa nousivat esiin mm. alueellisen kaukolämpöjärjestelmään hybridiratkaisut, pyrolyysitekнологiaan perustuva alueellinen kaukolämpöjärjestelmä sekä near shore -tuulivoimateknologia. Hybridiratkaisujen tukeminen

pilottituella toisi myös mm. aurinkoenergian ja lämpöpumppuratkaisut julkisen tuen piiriin.

6.4.2 Informaatio-ohjausta ja alan viestintää tehostettava

Hintainformaation läpinäkyvyyden ja määrän lisääminen on yksi julkisen sektorin luonteva tehtävä, joka ei vaadi suuria resursseja. On syytä harkita järjestelmää, jonka avulla kerätään uusiutuvan energian hintatietoa ja välitetään sitä keskitetysti alan toimijoiden käyttöön. Pk-yrityksillä ei ole riittävästi tietoa erityisesti uusiutuvan energian kansainvälisestä liiketoimintapotentiaalista. Kuluttajat puolestaan tarvitsevat tietoja mm. syöttötariffin toimintatavasta. Väestöä tulisi myös valistaa biopohjaisten energiamuotojen hyödyistä: esimerkiksi E10 -bensinin kohdalla olisi voitu puhua enemmän siitä, miten se auttaa saavuttamaan päästötavoitteita.

Ylipäänsä viestinnän merkitystä tulisi korostaa uusien teknologioiden lanseeraamisessa. Uusiutuvaan energiateknologiaan ja osaamisen kehittämiseen, soveltamiseen ja alan kaikinpuoliseen kehittämiseen ja edistämiseen liittyy erilaisia riskejä tai uhkia. Alan viestinnässä on sen vuoksi tärkeää, etteivät perinteisiin ajattelutapoihin lukkiutuminen, ennakkoluulot, lyhyen ajanjakson intressinäkökohdat tms. seikat hidasta uusiutuvan energian edistämistä koskevaa päätöksentekoa. Teknologialla sinällään ei välttämättä ole paljonkaan tekemistä mielikuvien ja tuotteiden hyväksyttävyyden kanssa – sillä, miten asioista tiedotetaan, voi sen sijaan olla ratkaiseva vaikutus siihen, miten alan liiketoiminta lähtee sujumaan. Asenteita voidaan yrittää muuttaa mm. lisäämällä tietoa ja tiedotusta uusiutuvien käytön kustannuksista, kestävyyydestä sekä investointien pullonkaloista.

6.4.3 Työ- ja elinkeinoministeriöllä tärkeä rooli uusiutuvien energiamuotojen edistämisessä

Uusiutuvien energiamuotojen käytön ja kehityksen esteitä on selvitettävä huolellisesti ja muokattava niitä eri osapuolet huomioiden. Työ- ja elinkeinoministeriö voi toimia tässä monipuolisesti julkisen sektorin koordinaattorina ja tukea myös vuorovaikutusta ja verkottamista elinkeinoelämän kanssa. Ministeriö voisi muodostaa eri tahojen edustajista koostuvan foorumin, joka käsittelee uusiutuvan energian edistämistoimia eri hallinnonalojen ja toimijoiden näkemyksiä aidosti linkittäen. Systeminen muutos on mahdollista vain, mikäli lähtökohtaisesti ajattelun tulokulmaa muutetaan pois sektorikohtaisesta ajattelusta. Tutkimuksessa nousi esille myös tarve synnyttää uusia alueellisesti toimivia raaka-aineen ja energian tuotantoyhtiöitä. Uusiutuvan energian raaka-aineethan perustuvat monessa tapauksessa hajautettujen metsä-, tai maatalouden, teollisuuden ja yhteiskunnan sivuvirtoihin, ja siten on tarvetta systemaattiseen ja koordinoituun alueelliseen yhteistyöhön uusiutuvien energiamuotojen paikallisten raaka-ainemarkkinoiden ja logistiikan hoitamiseksi.

6.4.4 Regulaation kehittäminen

Lupapolitiikka on osa regulaatiota. Uusiutuvien energiamuotojen käyttöönoton helpottamiseksi kunnallisia ja alueellisia kaavoitus- ja lupatoimintoja tulee virtaviivaistaa yhteistyössä ympäristöministeriön ja puolustusministeriön sekä alueellisten ja kunnallisten toimijoiden kanssa. Tämä on tärkeää niin asukkaiden kuin yritystenkin tasapuolisen kohtelun vuoksi, koska lupakäytännöt ja vaatimukset poikkeavat toisistaan maan eri osissa. Erityisesti kotimainen tuulivoimateollisuus on kokenut kärsivänsä siitä, että tuulivoimaloiden lupaprosessit ovat pitkäkestoisia esimerkiksi puolustusvoimien tutkajärjestelmiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin pitkittymisen vuoksi. Niin ikään taloudelliset, ympäristö- ja sosiaaliset vaikutukset erilaisiin paikallisiin yrittäjiin, asukkaisiin tai yhteisöihin tulee arvioida systemaattisesti päätöksenteon tueksi YVA- lain, suunnitelmien ja ohjelmien vaikutusten arvioinnin (SOVA) tai maankäyttö- ja rakennuslain mukaan. Arvioinneissa tulee tuoda osallistumismenettelyn kautta eri toimijoiden ristiriitaisetkin tiedot ja näkemykset esille. Avoin luottamuksellinen toiminta sekä väestön mahdollisuus osallistua esimerkiksi tuulivoimapuiston suunnitteluprosessiin ovat tärkeitä uusiutuvien energiamuotojen käytön ja liiketoiminnan hyväksyttävyyden edellytyksiä.

Lupakäytäntöjen tarkistaminen edellyttäne myös täydennyskoulutusta sekä itse lupakäytäntöjen että myös kaavoituksen ja vaikutusten arviointien osalta. Täydennyskoulutusta tarvitaan myös kunta- ja aluetasolla sekä eri hallinnonaloilla, kuten puolustusvoimissa ympäristövaikutusten arvioinnin lausuntokäytäntöihin liittyen. Myös muiden maiden kokemuksista voidaan oppia haastavia tilanteita ajatellen.

6.4.5 Systeeminen muutos

Uusiutuvan energian liiketoiminnan laaja-alainen kehittäminen tarkoittaa systeemistä sosio-tekniistä muutosta, jonka aikaansaamista voidaan osaltaan edistää hyödyntämällä nykyistä systemaattisemmin alan kansainvälisiä kokemuksia. Systeemiisyys merkitsee uusiutuvien energiateknologioiden kehittämisen ohella myös vahvaa panostamista myös alan palvelukonsepteihin ja järjestelmätoimituksiin. Poikikihallinnollisuus ja tieteidenvälisyys ovat uusiutuvan energian hyödyntämisen ja liiketoiminnan edistämisen keskeisiä edellytyksiä, jotka eivät vielä ole muuttunut strategiasta toiminnaksi. Systeemisen muutoksen edellytyksistä tarvitaan jatkotutkimusta, ja esimerkiksi Tekesin Green Growth -ohjelmassa asiaa jo pohditaan laaja-alaisesti.

Lähdeluettelo

Ahola, J., Ahlqvist, T., Ermes, M., Myllyoja, J., & Savola, J. (2010) ICT for Environmental Sustainability. Green ICT Roadmap. VTT, Espoo. 51 p. VTT Tiedotteita - Research Notes : 2532. Available: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2532.pdf>.

AME 2012. Energy Economics 2012. Special issue (in press).

Andritz Group, Pulp and Paper, Power generation references 2011 ja 2010. <http://www.andritz.com/index/pulp-and-paper/pp-references.htm?continent=&sbafilter=8325>

Arnold, M., Mroueh, U., Valovirta, V., Merta, E. (2009): Suomen puhtaan ilman tuottajat: Kotimaisen ilman- ja ilmastonsuojelualan osaamiskartoitus. VTT, Espoo.

Asiakastieto Oy, Yritystietokanta

Bird, L., and M. Kaiser (2007) Trends in Utility Green Pricing Programs (2006). NREL Report No. TP-670-42287. 52 pp. Golden, Colo.: NREL.

BMU (2010). Renewable Energy Sources in Figures, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).

BP 2010. BP Statistical Review of World Energy June 2010. <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>

Business Insights (2010) Green Energy in Germany, Renewable sources, capacity growth and future outlook Dannemand Andersen, P.; Holst-Joergensen, B.; Eerola, Annele; Koljonen, Tiina; Loikkanen, Torsti; Eriksson, E.A. (eds.). (2005) Building the Nordic research and innovation area in hydrogen. Summary report Denmark, 32 p. Saatavilla: <http://www.h2foresight.info/Nordic%20H2%20til%20net.pdf>

Canfa, W. (2007). Chinese Environmental Law Enforcement: Current Deficiencies and Suggested Reforms. Vermont Journal of Environmental Law 8(2): 159-194.

Durbanin ilmastokokous sopi Kioton sopimuksen jatkamisesta. YLE uutiset 11.12.2011. http://yle.fi/uutiset/luonto_ja_ymparisto/2011/12/durbanin_ilmastokokous_sopi_kioton_sopimuksen_jatkamisesta_3095199.html

Ecofys (2011). Jager, D., Klessmann, C., Stricker, E., Winkel, T., Visser, E., Koper, M., Ragwitz, M., Held, A., Resch, G., Busch, S., Panzer, C., Gazzo, A., Roulleau, T., Gousseland, P. Henriët, M ja Bouille, A. Financing Renewable Energy in the European Energy Market, Final Report. Ecofys, Hollanti. 264 s.

ECN (2011). Beurskens, L.W.M., Hekkenberg, M., ja Vethman, P. Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States. ECN-E--10-069. 270 s. Saatavilla: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10069.pdf>

EIA (2010) EIA Annual Energy Outlook. Washington, D.C.: EIA. Available online at <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/>.

Eerola, A. and Loikkanen, T. (2010) Governance and Research of Nordic Energy System Transition - Summary Report of the GoReNEST project, VTT Research Notes 2505. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2505.pdf>

Electric Power Monthly Sept. (2011) Electric Power Monthly September 2011 With Data for June 2011 U.S. Energy Information Administration Office of Electricity, Renewables & Uranium Statistics, U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585.

Energia-alan koulutustarjonnan kartoittaminen. (2003). Motiva Oy. http://www.motiva.fi/files/1626/Energia-alan_koulutustarjonnan_kartoittaminen.pdf (katsottu 24.3.2011)

Energiateknologian klusteriohjelma 2007-2013. Osaamiskeskusohjelma. <http://oske-net-bin.directo.fi/@Bin/2f58e540b727e58a81b5da2ea2715116/1304498564/application/pdf/9881/Energiateknologia.pdf>

Energy Visions 2050 (2009) Laaja katsaus uusiin energiateknologioihin painottuen erityisesti suomalaisen energia osaamiseen sekä energiaskenaarioihin globaalisti, EU:ssa ja Suomessa.VTT. Edita.

EU 2009a. (2009/28/EC). Uusiutuvien direktiivi

EU 2009b. Uusiutuvat liikenteessä

EU 2009c. Päästökauppadirektiivi

Eurostat 2010. Energy production and import. Data from September 2010. European Commission Eurostat. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>

Foster Wheeler AG, News Releases 2011 ja 2010, <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=80422&p=irol-news&nyo=1>

Foxon et al. (2005) Foxon, T.J., R. Gross, A. Chase, J. Howes, A. Arnall, D. Anderson (2005) UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures.

Heinonen, S. (2009): Yhdyskuntien kestävä tulevaisuus. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. http://www.tem.fi/files/25273/Yhdyskuntien_kestava_tulevaisuus.pdf

IEA/IRENA (2011a): Global Renewable Energy Policies and Measures database, <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&id>

IEA (2011b) Deploying Renewables 2011, Best and Future Policy Practice, Renewable Energy, Markets & Policies, OECD/ IEA, 2011. IEA (2010a). IEA Statistics. Renewables Information 2010 with 2009 data. OECD/IEA, Paris. 428 s. ISBN 978-92-64-08416-2.

IEA (2010b). Energy Technology Perspectives 2010. IEA/OECD

IEA (2010c), Clean Energy, Progress Report, IEA Input to the Clean Energy Ministerial, IEA, 2010.

IEA (2008): Deploying Renewables 2008, Principles for Effective Policies. In support of the G8 Plan of Action. OECD/ IEA, 2008. IEA (2008). IEA Statistics.

Jokinen, P., Mononen, T. & Sairinen, R. (2011): Kilpailu maankäytöstä kiristyy- kuinka käy ruokaturvan? Kirjassa Donner-Amnell, J., Saija, M., Pykäläinen, J. & Tuuva-Hongisto, S.(toim.) (2011): Maailma haastaa. Metsä tulevaisuuden ratkaisuissa. Itä-Suomen yliopisto. Juvenes Print. Tampere. 46-69.

Kauppalehti, Vacon näkee kasvua aurinkoenergiassa, artikkeli, Helsinki 26.10.2011

Koreneff et al. (2009) Future development trends of electricity demand. VTT Research Notes 2470. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2470.pdf>

Klima- og energiministeriet (2010) Grøn Energi - Vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler, Klimakommissionen, November 2010 Serier: Renewable Energy, Politics and -Plannings Item no. 978-87-7844-878-1.

Kohl, J. (2011): Ilmastomuutoksen sosiaaliset vaikutukset. Teoksessa Virtanen, A. & Rohweder, L. (toim.) (2011): Ilmastomuutos käytännössä. Hillinnän ja sopeutumisen keinoja. Gaudeamus. Helsinki University Press. 189-210.

Kohl, J., Salonen, S. & Tapio, P. (2007): Kestävän kehityksen torille 2020:kohtaamisia torilla. Loppuraportti ympäristöalan koulutuksen tulevaisuuden tarpeista. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Tutu-julkaisuja. 2/2007.

Koljonen, T., Ruska, M., Flyktman, M., Forsström, J., Kiviluoma, J., Kirkinen, J., Lehtilä, A., ja Pahkala, K., (2009). Energiaressurssit ja markkinat. VTT Tiedotteita 2487. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2489.pdf>;

Koljonen, T., Forsström, J., Kekkonen, V., Koreneff, G., Ruska, M., Similä, L., Pahkala, K., Solanko, L. ja Korhonen, I. (2009) Suomalaisen energiateollisuuden kilpailukyky ilmastopolitiikan muuttuessa. (SEKKI), VTT Tiedotteita 2487. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2487.pdf>.

Koljonen et al. (2008) Suomalaisen energiateknologian globaali kysyntä ja liiketoimintamahdollisuudet ilmastopolitiikan muuttuessa (SETELI). VTT Tiedotteita 2448. Loppuraportti Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2448.pdf>

Kuusi, O., Loikkanen, T. and Turkulainen, T. (2001) Energy 2010 Technology Assessment. Delphi Panel Study on Future Energy Options. Committee for The Future, Technology Assessment Reports 10. Publication of The Parliament of Finland 8/2001.

Lasonen, J. & Ursin, J. (2011): Koulutus yhteiskunnan muutoksissa: jatkuvuuksia ja katkoksia. Suomen kasvatustieteellinen seura ry.

Leijten, J., Butter, M., Kohl, J., Leis, M. & Gehrt, D. (2012): Study to assist the European Research Area Board. Investing Research and Innovation for Grand Challenges. European Commission. Directorate General for Research and Innovation. Confidential.

Lindroos, T., Monni, S., Honkatukia, J., Soimakallio, S. & Savolainen, I. (2012): Arvioita uusiutuvan energian lisäämisen vaikutuksista Suomen kasvihuonekaasupäästöihin ja kansantalouteen. VTT Technology 11. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T11.pdf>

Loikkanen, T. ja Eerola, A. (2009) Teknologia ja innovaatiot, julkaisussa Megatrendit ja me, Toim. E. Ahola ja A. Palkamo, Tekesin katsaus 255/2009, s. 27-31.

MAN Diesel & Turbo SE, MAN Diesel & Turbo contributes to African power supplies, Augsburg, 1.07.2010, <http://www.mandieselturbo.com/1014822/> (18.11.2011)

Metso Corporation, News Archive 2011 ja 2010. <http://www.metso.com/news/news.nsf/Web3NewsArchive?OpenForm&ch=ChMetsoWebEng&yr=2011&>

MTT 2009. Pahkala K., Hakala, K., Kontturi, M. ja Niemeläinen, O. (2009). Peltobiomassat globaalina energialähteenä. Maa- ja elintarviketalous 137. 53 s.

NEP - Nordic Energy Perspectives (Phase 1 ja Phase 2). Pohjoismainen yhteishanke. Suomalaiset yhteistyökumppanit: VTT (koord.), VATT, Energiateollisuus ry, Teknologiateollisuus ry, Metsäteollisuus ry ja Turveteollisuusliitto. Toisen vaiheen loppuraportti: 10 Perspectives on Nordic Energy - 20 Opportunities and Challenges. 2010. Saatavilla: <http://www.nordicenergyperspectives.org/huvudrapport.pdf>.

Ensimmäisen vaiheen loppuraportti: Perspectives on Nordic Energy. 2008. Saatavilla: <http://www.nordicenergyperspectives.org/boksepo6.asp>

OECD (2009): "Patent Statistics Manual", OECD, Paris.

OECD (2010a): "Measuring Innovation: A New Perspective", OECD, Paris.

OECD (2010b): "Science, Technology and Industry Outlook 2010", OECD, Paris.

OECD iLibrary , International Trade by Commodity Statistics, SITC Revision 3, vuodet 1990-2009 ja 2000-2009, <http://www.oecd-ilibrary.org/trade/data/international-trade-by-commodity-statistics-itcs-data-en>

Palmberg, C. & Nikulainen, T. (2006): "Industrial Renewal and Growth through Nanotechnology? An Overview with Focus on Finland", ETLA Keskusteluaiheita nro 1020.

Palmberg, C. & Nikulainen, T. (2010): "Towards a Green Post-Crisis Economy. The Position of Finland in Environmental Technologies", ETLA Keskusteluaiheita nro 1219.

Palmer, K., and D. Burtraw (2005) Cost-effectiveness of renewable electricity policies. *Energy Economics* 27(6): 873-894.

Patentti- ja rekisterihallitus, tilinpäätöstiedot, Virre-tietopalvelu

Rask, M. Worthington, R., & Lammi, M. (2012): *Citizen Participation in Global Environmental Governance*. Earthscan. Routledge. London.

Ruska, M. ja Kiviluoma, J. (2011) Renewable electricity in Europe. Current state, drivers, and scenarios for 2020. Espoo: VTT. 72 p. (VTT Tiedotteita - Research Notes; 2584). ISBN 978-951-38-7712-5. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2584.pdf>

Sairinen, R. & Kohl, J. (ed.) (2004) :Ihminen ja ympäristön muutos - Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin teoriaa ja käytäntöjä. YTK:n julkaisuja B87.

Sairinen, R., Järvinen, S. & Kohl, J. (2010): Ilmastonmuutoksen ja siihen sopeutumisen sosiaaliset vaikutukset maaseudulla. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Social Sciences and Business Studies. No 1. Joensuu.

SALKKU - Suomalainen tulevaisuuden energialiiketoiminta - skenaariot ja strategiat. Tekes-yhteishanke VTT:n (koord), MTT:n ja Etlatiedon kesken. Käynnissä.

Shell Energy Scenarios to 2050. Signals and Signposts.http://www-static.shell.com/static/aboutshell/downloads/aboutshell/signals_signposts.pdf

Skenaariotarkastelu kasvihuonekaasupäästöjen syvien rajoittamistavoitteiden saavuttamiseksi: VTT Tiedotteita 2433. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2433.pdf>

Stern, N. (2006): *The Stern Review. The economics of climate change*. Cambridge. Cambridge University Press.

Strategic Plan (2011) Strategic Plan for New and Renewable Energy Sector for the Period 2011-2017. February 2011. The Ministry of New and Renewable Energy, Government of India.

Tahvanainen, A.-J. & Nikulainen, T. (2010): "Tutkimusympäristö muutoksessa - Tutkijoiden näkemykset SHOK:n, korkeakoulueksintölain ja yliopistolain vaikutuksista", ETLA Keskusteluaiheita nro 1233.

Tahvanainen, A.-J. & Nikulainen, T. (2011): "Commercialization at Finnish Universities - Researchers' Perspectives on the Motives and Challenges of Turning Science into Business", ETLA Keskusteluaiheita nro 1234.

Technology Academy Finland, Vuoden 2011 Millenium Distinction Awards -tunnustuspalkinnon saajien esittelyt, Helsinki 17.10.2011, <http://www.technologyacademy.fi/blog/2011/10/17/finnish-developers-of-solar-energy-to-receive-awards-in-vaasa-today-2/>

Teknologiapolut (2050) Teknologian mahdollisuudet kasviuonekaasupäästöjen syvien rajoittamistavoitteiden saavuttamiseksi. Taustaselvitys kansallisen ilmasto- ja energiastrategian laatimista varten. VTT Tiedotteita T2432: Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2432.pdf>.

Teknologiaeollisuus Tuulivoima-alan toimittajat, Tuulivoima 2011 seminaari, Tavoitteet todeksi tuulivoimalla, esitelmät, Turku 4.10.2011.

The Power of Renewables (2010) The Power of Renewables: Opportunities and Challenges for China and the United States, Committee of U.S.-China Cooperation on Electricity from Renewable Resources, National Academy of Engineering and National Research Council of the National Academies, and Chinese Academy of Sciences, Chinese Academy of Engineering. <http://www.nap.edu/catalog/12987.html>.

Tilastokeskus, Teollisuuden alatoimialojen tilinpäätöstiedot 2000-2010, PX-Web Statfin -tietokanta.

Tilastokeskus 2009. Uusiutuvien energialähteiden käyttö 1970-2009.

Trieb & Muller-Steinhagen (2007 Sustainable Electricity and Water for Europe, Middle East and North Africa.. http://www.dlr.de/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Trieb_EUMENA_Power_and_Water-2007-10-10-FT2.pdf

Vehmas, J (2011): Energian ja energiapolitiikan kehitysnäkymiä. Kirjassa Donner-Amnell, J., Saija, M., Pykäläinen, J. & Tuuva-Hongisto, S.(toim.) (2011): Maailma haastaa. Metsä tulevaisuuden ratkaisuisissa. Itä-Suomen yliopisto. Juvenes Print. Tampere. 104-127.

Victoria Technology Roadmap Project. (2010) A Project Undertaken For The Department Of Innovation, Industry and Regional Development of Victoria by Intellectual Capital Services (UK) & VTT.

Virtaa tulevaisuuteen. Suomen kestävän energiapolitiikan ratkaisumalleja ja niiden mahdollisuuksia. (2007). WWF. http://www.wwf.fi/wwf/www/uploads/pdf/VirtaaTulevaisuuteen_web_30012007.pdf (katsottu 24.3.2011)

VTT 2009. VTT Energy Visions 2050. Edita. Tiivistelmä saatavilla: http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/visions2050_yhteenvedo.pdf

WWF 2011. The Energy Report. 100% Renewable Energy by 2050. WWF, Switzerland. 253 s.

Wärtsilä, Liquid Biofuel Power Plant Solutions, Helsinki 2009, <http://www.wartsila.com/en/power-plants/smart-power-generation/liquid-biofuel-power-plants>

Wärtsilä, Liquid Biofuel Power Plant Solutions, Helsinki 2011, http://www.wartsila.com/en/media/material#_Power%20plants%20presentations_All_1_Power%20plants%20presentations_All

www.greenwatch.de.

www.iea.org/textbase/pm/?mode=re

<https://www.jyu.fi/uusiutuvaenergia>

<http://www.lut.fi/technology/lutenergy/energy/research/sivut/uusiutuvatenergiaj%C3%A4rjestelm%C3%A4t.aspx>

<http://www.vasek.fi/energia-ja-innovaatiot>

www.wviews.org

Durbanin ilmastokokous sopi Kioton sopimuksen jatkamisesta. YLE uutiset 11.12.2011. http://yle.fi/uutiset/luonto_ja_ymparisto/2011/12/durbanin_ilmastokokous_sopi_kioton_sopimuksen_jatkamisesta_3095199.html

Liite 1

TOTEUTETUT HAASTATTELUT

Haastatteluihin osallistuneet yritykset

Bioenergia: 5 yritystä

- kunnallinen energiayhtiö
- voimalaitosten ja kattiloiden toimittaja
- kotitalouksiin sopivien lämmitys- ja energiaratkaisujen toimittaja
- teollisten polttolaitosten toimittaja
- biopolttoaineen tuotantoteknologian toimittaja

Tuulivoima: 2 yritystä

- tuulivoiman tuottaja
- tuulivoimalaitosten toimittaja

Aurinkoenergia: 3 yritystä

- aurinkokeräimien toimittaja
- aurinkokennojen komponenttitoimittaja
- aurinkokennojen tuotantovälineiden toimittaja

Hankkeen aikana kuullut toimijat

ylitarkastaja Riina Vuorento, opetus- ja kulttuuriministeriö

toiminnanjohtaja Christine Hagström-Näsi, Metsäklusteri Oy

energia-asiantuntija Tapio Laakso, WWF

EU-parlamentaarikko Satu Hassi, EU-parlamentti

professori Peter Lund, Aalto-yliopisto

professori Jouko Korppi-Tommola, Jyväskylän yliopisto

vice president Kai Sipilä, VTT

vice president Satu Helynen, VTT

toimitusjohtaja Pekka Ylä-Anttila, Etlatieto Oy

toimialajohtaja Teija Lahti-Nuuttila, Tekes

johtava asiantuntija Marjatta Aarniala, Tekes

teollisuusneuvos Matti Pietarinen, TEM

toiminnanjohtaja Pekka Ihalainen, Ympäristöasiantuntijoiden keskusliitto

toiminnanjohtaja Pekka Pellinen, Teknisten alojen keskusliitto

asiantuntija, Frostell Patrick, Teknologiateollisuus ry

professori Jouko Korppi-Tommola, Jyväskylän yliopisto

Liite 2

POLITIIKKATOIMET ERI MAISSA

Taulukko 1. Maakatsaukset (status of policy in all countries below: "in force")

FINLAND

Name of Policy	Type	Target	Sector	Year
BioRefine Technology Programme for New Biomass Products	•Incentives/Subsidies •RD & D •Education and Outreach	•Bioenergy	•Electricity •Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2007
Development Programme for Second Generation Transport Biofuels	•Financial •Incentives/Subsidies	•Bioenergy	•Transport	2007
Tax subsidies for power production based on renewable energy sources	•Financial	Bioenergy •Hydropower •Wind	•Electricity	1997 (modified 2007)
Feed-in Tariffs for electricity from wind, biogas and wood chip	•Incentives/Subsidies	•Bioenergy •Wind	•Electricity	2010
BioRefine Technology Programme for New Biomass Products	•Incentives/Subsidies •RD & D •Education and Outreach	•Bioenergy	•Electricity •Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2007
Development Programme for Second Generation Transport Biofuels	•Financial •Incentives/Subsidies	•Bioenergy	•Transport	2007
Energy Grants for Residential Buildings	•Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2003
Energy Aid	•Incentives/Subsidies	•Bioenergy •Hydropower •Solar Photovoltaic •Solar Thermal •Wind		1998
Long-term Climate and Energy Strategy	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2008
Helsinki Busses Switch to Biofuel	•Public Investment •Regulatory Instruments	•Bioenergy	•Transport	2006
BioRefine Technology Programme for New Biomass Products	•Incentives/Subsidies •RD & D •Education and Outreach	•Bioenergy	•Electricity •Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2007
Helsinki Busses Switch to Biofuel	•Public Investment •Regulatory Instruments	•Bioenergy	•Transport	2006
Decree on Notification on the Origin of Electricity	•Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2005
FINLAND SUMMARY	INCENTIVES / SUBSIDIES 8 RD&D 3 REGULATORY INVEST- MENTS 3 FINANCIAL 3 PUBLIC INVESTMENT 2 EDUCATION & OUTREACH 2 POLICY PROCESSES 1	BIOENERGY 10 MULTIPLE REN. EN. SOURCES 3 HYDRO 2 WIND 2 SOLAR PHOTOVOLTAIC 1 SOLAR THERMAL 1	ELECTRICITY 6 TRANSPORT 4 HEATING & COOLING 3 MULTI-SECTORAL POLICY 2	

DENMARK

Name of Policy	Type	Target	Sector	Y
Agreement on Danish Energy Policy 2008-2011	<ul style="list-style-type: none"> •Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •Public Investment •RD & D 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Wind 	•Electricity	2008
Agreement on Green Growth	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D •Regulatory Instruments 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy 	•Multi-sectoral Policy	2009
Feed-in premium tariffs for renewable power (Promotion of Renewable Energy Act)	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Ocean •Solar •Wind 	•Electricity	2009
Promotion of Renewable Energy Act	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies •RD & D •Regulatory Instruments 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Multiple Renewable Energy Sources •Ocean •Solar •Wind 	•Electricity	2009
Agreement on Danish Energy Policy 2008-2011	<ul style="list-style-type: none"> •Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •Public Investment •RD & D 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Wind 	•Electricity	2008
Replacement Scheme for Wind turbines on land	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies 	<ul style="list-style-type: none"> •Wind 	•Electricity	2004 (amended 2009)
Subsidies for Renewable Electricity Generation	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies 	<ul style="list-style-type: none"> •Multiple Renewable Energy Sources 	•Electricity	2004
Net Metering for Small-scale PV	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies 	<ul style="list-style-type: none"> •Solar Photovoltaic 	•Electricity	1998
Energy Research Programme	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies •RD & D 	<ul style="list-style-type: none"> •Multiple Renewable Energy Sources 	•Electricity	1976
Agreement on Green Growth	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D •Regulatory Instruments 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy 	•Multi-sectoral Policy	2009
Agreement on Danish Energy Policy 2008-2011	<ul style="list-style-type: none"> •Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •Public Investment •RD & D 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Wind 	•Electricity	2008
District Heating and CHP	<ul style="list-style-type: none"> •Policy Processes 	<ul style="list-style-type: none"> •Multiple Renewable Energy Sources 	•Multi-sectoral Policy	1980s
Agreement on Danish Energy Policy 2008-2011	<ul style="list-style-type: none"> •Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •Public Investment •RD & D 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Wind 	•Electricity	2008
Agreement on Green Growth	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D •Regulatory Instruments 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy 	•Multi-sectoral Policy	2009
Promotion of Renewable Energy Act	<ul style="list-style-type: none"> •Incentives/Subsidies •RD & D •Regulatory Instruments 	<ul style="list-style-type: none"> •Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Multiple Renewable Energy Sources •Ocean •Solar •Wind 	•Electricity	2009

Agreement on Danish Energy Policy 2008-2011	•Financial •Incentives/ Subsidies •Policy Processes •Public Investment •RD & D	•Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Wind	•Electricity	2008
Energy Research Programme	Incentives/Subsidies •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	1976
Agreement on Green Growth	•Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D •Regulatory Instruments	•Bioenergy	•Multi-sectoral Policy	2009
Promotion of Renewable Energy Act	•Incentives/Subsidies •RD & D •Regulatory Instruments	•Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Multiple Renewable Energy Sources •Ocean •Solar •Wind	•Electricity	2009
Heat Supply Act	•Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	1979 (updated 2006)
Electricity Supply Act	•Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	1976
DENMARK SUMMARY	INCENTIVES / SUBSIDIES 18 RD&D 14 POLICY PROCESSES 10 REGULATORY INVESTMENTS 9 FINANCIAL 5 PUBLIC INVESTMENT 5	BIOENERGY 13 MULTIPLE RE SOURCES 14 HYDRO 4 WIND 10 GEOTHERMAL 4 SOLAR PHOTOVOLTAIC + THERMAL 3 SOLAR PHOTOVOLTAIC 1	ELECTRICITY 15 TRANSPORT 0 HEATING & COOLING 1 MULTI-SECTORAL POLICY 5	

GERMANY

Name of Policy	Type	Target	Sector	Y
Energy Industry Act (Energiewirtschaftsgesetz)	•Education and Outreach •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2005 (amended 2011)
Law on Energy and Climate Fund	•Financial •Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2011
Eco-Tax Reform	•Financial	•Bioenergy •Fossil Fuels	•Framework Policy	1999
Federal States (Länder) Support for Renewable Energy	•Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	1985
2009 Amendment of the Renewable Energy Sources Act -EEG-	•Incentives/Subsidies •Policy Processes	•Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Solar Photovoltaic •Wind	•Electricity	2009 (revised 2010)
KfW-Programme Energy-Efficient Rehabilitation (Energieeffizient Sanieren)	•Incentives/Subsidies •Bioenergy •Geothermal •Solar Thermal	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2009	
KfW Renewable Energies Programme (KfW-Programm Erneuerbare Energien)	•Incentives/Subsidies	•Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic •Solar Thermal •Wind	•Multi-sectoral Policy	2009
Combined Heat and Power Law (Kraft-Wärme-Kopplungs Modernisierungsgesetz)	•Incentives/Subsidies •Regulatory Instruments	•Bioenergy		2002 (amended 2008/2011)

Market Incentive Programme (Marktanreizprogramm)	•Incentives/Subsidies •RD & D	•Bioenergy •Geothermal •Solar Thermal	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	1999
Preferential Loan Programmes offered by the Reconstruction Loan Corporation (KfW)	•Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources		1999
Ordinance on the Fee Schedule for Architects and Engineers	•Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources		1995
Federal States (Länder) Support for Renewable Energy	Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	1985
Law on Energy and Climate Fund	•Financial •Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2011
2009 Amendment of the Renewable Energy Sources Act -EEG-	•Incentives/Subsidies •Policy Processes	•Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Solar Photovoltaic •Wind	•Electricity	2009 (revised 2010)
Climate Legislation Package Enacted under the Integrated Climate Change and Energy Programme	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources •Wind	•Electricity	2008
Integrated Climate Change and Energy Programme	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2007
Federal States (Länder) Support for Renewable Energy	•Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	1985
Green Power	•Public Investment •Regulatory Instruments	•Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic •Wind	•Electricity	1996
Sixth Energy Research Programme (6.Energieforschungsprogramm - Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung)	•RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2011
Climate Protection Investment from Sale of Carbon Allowances	•RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2008
Funding for Solar Power Development Center	•RD & D •Voluntary Agreement	•Solar Photovoltaic •Solar Thermal	•Electricity	2006
Market Incentive Programme (Marktanreizprogramm)	•Incentives/Subsidies •RD & D	•Bioenergy •Geothermal •Solar Thermal	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	1999
Federal States (Länder) Support for Renewable Energy	•Financial •Incentives/Subsidies •Policy Processes •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	1985
Renewable Energies Heat Act (EEWärmeG)	•Regulatory Instruments	•Bioenergy •Geothermal •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Thermal	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2009 (revised 2011)
Energy Industry Act (Energiewirtschaftsgesetz)	•Education and Outreach •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2005 (amended 2011)
Combined Heat and Power Law (Kraft-Wärme-Kopplungs Modernisierungsgesetz)	•Incentives/Subsidies •Regulatory Instruments	•Bioenergy		2002 (amended 2008/2011)

Federal Building Codes for Renewable Energy Production	•Regulatory Instruments	•Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Wind	•Electricity	1997
Green Power	•Public Investment •Regulatory Instruments	•Bioenergy •Geothermal •Hydropower •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic •Wind	•Electricity	1996
Funding for Solar Power Development Center	•RD & D •Voluntary Agreement	•Solar Photovoltaic •Solar Thermal	•Electricity	2006
GERMANY SUMMARY	INCENTIVES / SUBSIDIES 14 RD&D 10 POLICY PROCESSES 10 REGULAT. INSTRUMENTS 8 FINANCIAL 7 PUBLIC INVESTMENT 2 EDUCATION & OUTREACH 2 VOLUNTARY AGREEMENT 2	MULTIPLE RE SOURCES 19 BIOENERGY 13 GEOTHERMAL 9 SOLAR PHOTOVOLTAIC 7 SOLAR THERMAL 7 WIND 7 HYDRO 5 FOSSIL FUELS 1 (ECO TAX)	ELECTRICITY 10 FRAMEWORK POLICY 7 HEATING & COOLING 4 MULTI-SECTORAL POLICY 4 TRANSPORT 0	

NETHERLANDS

Name of Policy	Type	Target	Sector	Y
International Energy Programme	•Education and Outreach •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2010
Energy Transition	•Education and Outreach •Policy Processes •Regulatory Instruments •Voluntary Agreement	•Geothermal •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic	•Framework Policy	2006
Implementation of EU Energy Performance of Buildings Directive (EPBD): Energy Performance Certificate and Energy Labeling	•Education and Outreach •Regulatory Instruments	•Bioenergy •Fossil Fuels •Geothermal		2006
Energy Premium (EPR) and Energy Performance Advice (EPA)	•Education and Outreach •Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2001
Energy Tax Regime	•Tradable Permits •Financial •Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2005
Green Funds	•Financial •Incentives/Subsidies •Tradable Permits	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	1995-renewed in 2010
SDE + (stimulerend duurzame energie)	•Incentives/Subsidies •Public Investment	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2011
Energy Tax Regime	•Tradable Permits •Financial •Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2005
Energy Premium (EPR) and Energy Performance Advice (EPA)	•Education and Outreach •Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2001
Green Funds	•Financial •Incentives/Subsidies •Tradable Permits	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	1995-renewed in 2010
Energy Transition	•Education and Outreach •Policy Processes •Regulatory Instruments •Voluntary Agreement	•Geothermal •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic	•Framework Policy	2006
Climate-Neutral Government Operations by 2012	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2001
Renewables for Government Buildings	•Policy Processes •Public Investment •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	

SDE + (stimulerend duurzame energie)	•Incentives/Subsidies •Public Investment	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	2011
Renewables for Government Buildings	•Policy Processes •Public Investment •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2001
International Energy Programme	•Education and Outreach •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2010
Biofuels sales requirement: Transport Biofuels Act 2007	•Regulatory Instruments	•Bioenergy	•Transport	2007
Energy Transition	•Education and Outreach •Policy Processes •Regulatory Instruments •Voluntary Agreement	•Geothermal •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic	•Framework Policy	2006
Implementation of EU Energy Performance of Buildings Directive (EPBD): Energy Performance Certificate and Energy Labelling	•Education and Outreach •Regulatory Instruments	•Bioenergy •Fossil Fuels •Geothermal		2006
Renewables for Government Buildings	•Policy Processes •Public Investment •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2001
Energy Performance Standard for Buildings	•Regulatory Instruments	•Bioenergy •Geothermal •Solar Photovoltaic •Solar Thermal		1995-revised 2011
Energy Tax Regime	•Tradable Permits •Financial •Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2005
Green Certificate Trading	•Tradable Permits	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2001
Green Funds	•Financial •Incentives/Subsidies •Tradable Permits	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	1995-renewed in 2010
Energy Transition	•Education and Outreach •Policy Processes •Regulatory Instruments •Voluntary Agreement	•Geothermal •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic	•Framework Policy	2006
NETHERLANDS SUMMARY	REGULAT. INSTRUMENTS 11 INCENTIVES / SUBSIDIES 10 EDUCATION & OUTREACH 10 POLICY PROCESSES 8 TRADEABLE PERMITS 7 FINANCIAL 6 PUBLIC INVESTMENT 5 VOLUNTARY AGREEMENT 4 RD&D 2	MULTIPLE RE SOURCES 21 GEOTHERMAL 7 SOLAR PHOTOVOLTAIC 5 BIOENERGY 4 FOSSIL FUELS 2 SOLAR THERMAL 1 WIND HYDRO	FRAMEWORK POLICY 9 MULTI-SECTORAL POLICY 7 ELECTRICITY 5 HEATING & COOLING 0 TRANSPORT 1	

CHINA

Name of Policy	Type	Target	Sector	Y
Solar PV feed-in tariff	•Incentives/Subsidies	•Solar Photovoltaic	•Electricity	2011
The Twelfth Five-Year Plan for National Economic and Social Development of The People's Republic of China	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2011
2010 Biomass electricity Feed-in tariff	•Incentives/Subsidies •Policy Processes	•Bioenergy	•Electricity	2010
Building Integrate Solar PV Programme	•Incentives/Subsidies	•Solar Photovoltaic	•Electricity	2010
Interim Feed-in Tariff for Four Ningxia Solar Projects	•Incentives/Subsidies	•Solar Photovoltaic	•Electricity	2010
Interim Measure on the Management of Offshore Wind Farm		•Wind	•Electricity	2010

Market entry standards for wind equipment manufacturing industry:		•Wind	•Framework Policy	2010
Notice 28 on import duty reduction for ethanol	•Financial	•Bioenergy	•Transport	2010
Golden Sun Programme	•Incentives/Subsidies	•Solar Photovoltaic	•Electricity	2009 (revised 2011)
Renewable Electricity Premium	•Incentives/Subsidies	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2009 (amended 2011)
Notice on the removal of local content requirement in wind power projects equipments procurement	•Policy Processes	•Wind	•Electricity	2009
Offshore Wind developmnet plan	•Policy Processes •Public Investment	•Wind	•Electricity	2009
Onshore wind feed-in Tariff	•Incentives/Subsidies	•Wind	•Electricity	2009
Renewable Energy Law amendments	•Policy Processes •Public Investment •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2009
Special Fund for the Industrialization of Wind Power Equipment	•Incentives/Subsidies •Policy Processes	•Wind		2009
Guangxi Province 1 Million Mu Bio-Fuel Forest Project	•Public Investment	•Bioenergy	•Transport	2008
International Science and Technology Cooperation Programme for New and Renewable Energy	•Education and Outreach •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2008
Shandong Province One Million Rooftops Sunshine Plan	•Policy Processes •Regulatory Instruments	•Geothermal •Solar Photovoltaic •Solar Thermal	•Multi-sectoral Policy	2008
Shandong Province Village Renewable Energy Regulations	•Incentives/Subsidies •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources •Multi-sectoral Policy	2008	
Hainan Province Plan for the Construction of Wind Farms	•Public Investment	•Wind	•Electricity	2007
Medium and Long Term Development Plan for Renewable Energy	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2007
National Climate Change Program	•Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2007
Shandong Province energy fund	•Public Investment •RD & D	•Solar Thermal	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2007
US China MOU on Biomass Development	•RD & D •Voluntary Agreement	•Bioenergy	•Multi-sectoral Policy	2007
Renewable Energy Law	Policy Processes	•Multiple Renewable Energy Sources	•Framework Policy	2006 (revised in 2009)
Support for Biogas Projects	•Policy Processes	•Bioenergy	•Electricity	2006
Preferential Tax Policies for Renewable Energy	•Financial	•Bioenergy •Multiple Renewable Energy Sources •Solar Photovoltaic •Wind	•Electricity	2003 (expansion 2007)
Wind Power Concession Programme	•Incentives/Subsidies	•Wind	•Electricity	2003
Support for fuel ethanol production	•Financial •Incentives/Subsidies	•Bioenergy	•Transport	2002
Reduced VAT for renewable energy	•Financial	•Bioenergy •Wind	•Electricity	2001 (expanded 2003)
Brightness Programme	•Policy Processes	•Hydropower •Solar Photovoltaic •Wind	•Electricity	1996

Offshore Wind developmnet plan	•Policy Processes •Public Investment	•Wind	•Electricity	2009
Renewable Energy Law amendments	•Policy Processes •Public Investment •RD & D	•Multiple Renewable Energy Sources	•Electricity	2009
Guangxi Province 1 Million Mu Bio-Fuel Forest Project	•Public Investment	•Bioenergy	•Transport	2008
Hainan Province Plan for the Construction of Wind Farms	•Public Investment	•Wind	•Electricity	2007
Shandong Province energy fund	•Public Investment •RD & D	•Solar Thermal	•Heating and Cooling (Domestic / Industrial Process)	2007
Shandong Province One Million Rooftops Sunshine Plan	•Policy Processes •Regulatory Instruments	•Geothermal •Solar Photovoltaic •Solar Thermal	•Multi-sectoral Policy	2008
Shandong Province Village Renewable Energy Regulations	•Incentives/Subsidies •Regulatory Instruments	•Multiple Renewable Energy Sources	•Multi-sectoral Policy	
US China MOU on Biomass Development	•RD & D •Voluntary Agreement	•Bioenergy	•Multi-sectoral Policy	2007
CHINA SUMMARY	POLICY PROCESSES 15 INCENTIVES / SUBSIDIES 12 PUBLIC INVESTMENT 10 RD&D 7 REGULAT. INSTRUMENTS 4 FINANCIAL 4 VOLUNTARY AGREEMENT 2 EDUCATION & OUTREACH 1 TRADEABLE PERMITS	WIND 12 MULTIPLE RE SOURCES 11 BIOENERGY 10 SOLAR PHOTOVOLTAIC 8 SOLAR THERMAL 4 GEOTHERMAL 2 HYDRO 1 FOSSIL FUELS	ELECTRICITY 20 FRAMEWORK POLICY 6 MULTI-SECTORAL POLICY 6 HEATING & COOLING 2 TRANSPORT 4	

FINLAND SUMMARY	INCENTIVES / SUBSIDIES 8 RD&D 3 REGULATORY INVESTMENTS 3 FINANCIAL 3 PUBLIC INVESTMENT 2 EDUCATION & OUTREACH 2 POLICY PROCESSES 1	BIOENERGY 10 MULTIPLE REN. EN. SOURCES 3 HYDRO 2 WIND 2 SOLAR PHOTOVOLTAIC 1 SOLAR THERMAL 1	ELECTRICITY 6 TRANSPORT 4 HEATING & COOLING 3 MULTI-SECTORAL POLICY 2	
DENMARK SUMMARY	INCENTIVES / SUBSIDIES 18 RD&D 14 POLICY PROCESSES 10 REGULATORY INVESTMENTS 9 FINANCIAL 5 PUBLIC INVESTMENT 5	BIOENERGY 13 MULTIPLE RE SOURCES 14 HYDRO 4 WIND 10 GEOTHERMAL 4 SOLAR PHOTOVOLTAIC + THERMAL 3 SOLAR PHOTOVOLTAIC 1	ELECTRICITY 15 TRANSPORT 0 HEATING & COOLING 1 MULTI-SECTORAL POLICY 5	
GERMANY SUMMARY	INCENTIVES / SUBSIDIES 14 RD&D 10 POLICY PROCESSES 10 REGULAT. INSTRUMENTS 8 FINANCIAL 7 PUBLIC INVESTMENT 2 EDUCATION & OUTREACH 2 VOLUNTARY AGREEMENT 2	MULTIPLE RE SOURCES 19 BIOENERGY 13 GEOTHERMAL 9 SOLAR PHOTOVOLTAIC 7 SOLAR THERMAL 7 WIND 7 HYDRO 5 FOSSIL FUELS 1 (ECO TAX)	ELECTRICITY 10 FRAMEWORK POLICY 7 HEATING & COOLING 4 MULTI-SECTORAL POLICY 4 TRANSPORT 0	
NETHERLANDS SUMMARY	REGULAT. INSTRUMENTS 11 INCENTIVES / SUBSIDIES 10 EDUCATION & OUTREACH 10 POLICY PROCESSES 8 TRADEABLE PERMITS 7 FINANCIAL 6 PUBLIC INVESTMENT 5 VOLUNTARY AGREEMENT 4 RD&D 2	MULTIPLE RE SOURCES 21 GEOTHERMAL 7 SOLAR PHOTOVOLTAIC 5 BIOENERGY 4 FOSSIL FUELS 2 SOLAR THERMAL 1 WIND HYDRO	FRAMEWORK POLICY 9 MULTI-SECTORAL POLICY 7 ELECTRICITY 5 HEATING & COOLING 0 TRANSPORT 1	
CHINA SUMMARY	POLICY PROCESSES 15 INCENTIVES / SUBSIDIES 12 PUBLIC INVESTMENT 10 RD&D 7 REGULAT. INSTRUMENTS 4 FINANCIAL 4 VOLUNTARY AGREEMENT 2 EDUCATION & OUTREACH 1 TRADEABLE PERMITS	WIND 12 MULTIPLE RE SOURCES 11 BIOENERGY 10 SOLAR PHOTOVOLTAIC 8 SOLAR THERMAL 4 GEOTHERMAL 2 HYDRO 1 FOSSIL FUELS	ELECTRICITY 20 FRAMEWORK POLICY 6 MULTI-SECTORAL POLICY 6 HEATING & COOLING 2 TRANSPORT 4	

Tekijät Författare Authors Johanna Kohl, Torsti Loikkanen, Hannu Hernesniemi, Magnus Simons, Tiina Koljonen, Tuomo Nikulainen, Ville Valovirta, Heli Talja, Lassi Similä	Julkaisu aika Publiceringstid Date Juni 2012
	Toimeksiantaja(t) Uppdragsgivare Commissioned by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy
	Toimielimen asettamispäivä Organets tillsättningsdatum Date of appointment
Julkaisun nimi Titel Title Framtidsutsikter för Finlands industri inom förnybar energi i en global marknad	
Tiivistelmä Referat Abstract <p>Bekämpningen av utsläpp av växthusgaser och skiftet mot en hållbar energiproduktion och -konsumtion förutsätter utveckling av förnybara energiformer och -teknologi. Den här utvecklingen skapar en global marknad för teknologi för förnybar energi. I det här forskningsprojektet granskas utsikterna för finska produkter och finländsk know-how i global konkurrens samt behovet av att utveckla det offentliga stödet för industriella, kommersiella och exportrelaterade aktiviteter inom branschen. Först granskas den internationella marknaden för teknologi, produkter och service inom förnybar energi samt Finlands export på området. I följande skede studeras vilka möjligheter Finland har att utveckla av sin affärsverksamhet och export. Slutligen ges rekommendationer för utveckling av den finska innovations- och affärsverksamheten och hur man kunde stödja exporten av teknologi, produkter och service för förnybar energi.</p> <p>I Finland har vi många fördelar i utvecklingen av förnybar energi såsom det finska innovationssystemet med forskning och utveckling hos t.ex. Teknologiska forskningscentralen VTT och Tekes, samt skogsindustrins kunnande inom bioenergi. Här är det finska kunnandet på hög nivå internationellt sett, men på de andra förnybara energiformernas område är kunnandet mera splittrat både då det gäller affärsverksamhet, patentering och till exempel Tekes forskningsprogram.</p> <p>Befrämjandet av affärsverksamhet inom förnybar energi förutsätter en entydig nationell politisk vilja och öppen diskussion. Dessutom behövs regional och nationell styrning genom konkreta åtgärder på basen av bland annat ikraft varande regeringsprogram. Här kan Arbets- och näringsministeriet spela en central roll som koordinator av den politiska verksamheten över gränserna mellan de olika ministerierna. Detta förutsätter samarbete mellan förvaltningsområden och utveckling till exempel för att skapa regional jämlikhet i ansökning av tillstånd för produktion av förnybar energi. En offentlig styrning för främjande av de medelstora företagens risktagningsförmåga behövs för att skapa möjligheter för tillväxtföretag att demonstrera ny teknologi och nya produkter. Service som en del av affärsverksamheten och leveranser av hela energiproduktionssystem är centrala utvecklingsobjekt för att förbättra företagens konkurrenskraft på exportmarknader. Flexibilitet och en systeminriktad utveckling är nödvändig för att främja den finska industrins möjligheter i en global marknad. För att utveckla skolning, kunnandet och sysselsättning inom förnybar energi behövs en helhetlig förvaltning över förvaltningsområden och regioner. Dessutom behövs en klarare fokus på den förnybara energins behov. Idag är bilden av den förnybara energin diffus bland annat p.g.a. bristfällig klassificering och kategorisering inom energiområdet. Det finns ett klart behov för mera utvärderingar.</p> <p>Kontaktperson vid arbets- och näringsministeriet: Avdelningen för kunskapshantering/Seppo Kangaspunta, tfn 050 3697605</p>	
Asiasanat Nyckelord Key words förnybar energi, framsyn, affärsverksamhet, export, tjänster, horisontell styrning	
ISSN 1797-3562	ISBN 978-952-227-658-2
Kokonaissivumäärä Sidoantal Pages 215	Kieli Språk Language Suomi, Finska, Finnish
Julkaisija Utgivare Published by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy	
Kustantaja Förläggare Sold by Edita Publishing Oy / Ab / Ltd	
Hinta Pris Price 38 €	

Tekijät Författare Authors Johanna Kohl, Torsti Loikkanen, Hannu Hernesniemi, Magnus Simons, Tiina Koljonen, Tuomo Nikulainen, Ville Valovirta, Heli Talja, Lassi Similä	Julkaisu aika Publiceringstid Date June 2012				
	Toimeksiantaja(t) Uppdragsgivare Commissioned by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy				
	Toimielimen asettamispäivä Organets tillsättningsdatum Date of appointment				
Julkaisun nimi Titel Title Perspectives for Finland's possibilities for renewable energy in the global business					
Tiivistelmä Referat Abstract The development of various renewable energy sources and technologies is necessary in mitigating global greenhouse gas emissions and in shifting energy production and consumption structures towards sustainable development path. This development creates for renewable energy technologies extensive global markets. This study explores prospects and opportunities for Finnish products and know-how in global renewable energy markets and needs to develop public policies in the promotion of industrial, commercial and export activities in this field. First the study considers international markets of re-newable technologies, products and services and the export of Finland in these fields. Second the study analyses the opportunities of Finland to develop businesses and export of renewables. Third, the study draws conclusions and makes suggestions to develop Finnish innovation and business activities and policies for the promotion of export of renewable technologies, products and services. Renewable energy sector in Finland has many key elements for successful export, such as advanced innovation system, strong traditional competences in bioenergy sector developed within pulp and paper industry, and versatile research and development activities and advanced innovation system and related policies. The knowledge and knowhow level in bio energy and technology in Finland is high but the current state of other renewables is more diffused in industry, patenting as well as in Tekes programs. In general the promotion of renewable energy requires a clear national policy will and public debate but also regional and national level guidance and concrete measures, also in context and according to related measures presented by Government Programme. The Ministry of Employment and the Economy can have in these activities a strong coordinating role across various administrations. Especially the streamlining of permission and impact assessment procedures and practices are considered very important. This requires close collaboration among administrations and, among others, also supplementary education for example in enforcement of regional equality of permit conditions. Public policy measures are needed to encourage small and medium sized companies and growth companies in risk taking in developing renewable technologies and especially in order to enable piloting and demonstration activities. The development of services as a part of businesses and a delivery of comprehensive entire products plus services business concepts and systems are among key focuses in developing export of renewable businesses and in creating required references. References are also connected often to permits needed in production of renewable energy, risks and needed expertise. In the promotion of education, competencies and employment in the area of renewable energy a comprehensive regional and cross administrative approach is needed. MEE contacts: Knowledge management department/Seppo Kangaspunta, tel. +358 50 3697605					
Asiasanat Nyckelord Key words renewable energy, foresight, business potential, export, services, energy policy, cross-sectoral governance					
ISSN 1797-3562	ISBN 978-952-227-658-2				
Kokonaissivumäärä Sidoantal Pages 215	<table> <tr> <td>Kieli Språk Language</td><td>Hinta Pris Price</td></tr> <tr> <td>Suomi, Finska, Finnish</td><td>38 €</td></tr> </table>	Kieli Språk Language	Hinta Pris Price	Suomi, Finska, Finnish	38 €
Kieli Språk Language	Hinta Pris Price				
Suomi, Finska, Finnish	38 €				
Julkaisija Utgivare Published by Työ- ja elinkeinoministeriö Arbets- och näringsministeriet Ministry of Employment and the Economy	Kustantaja Förläggare Sold by Edita Publishing Oy / Ab / Ltd				

Näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa

Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen ja kestävämpään energiatuotantoon ja -kulutukseen tähtäävät kansainväliset toimet edellyttävät uusiutuvien energiamuotojen ja -tekniikoiden yhä tehokkaampaa kehittämistä ja laajempaa soveltamista. Tämä kehitys on luomassa uusiutuville energiamuodoille ja -tekniikoille mittavat globaalit markkinat. Tässä tutkimuksessa selvitetään näkymiä Suomen mahdollisuuksista uusiutuvaan energiaan liittyvässä globaalissa liiketoiminnassa sekä tehdään ehdotuksia julkisen vallan roolista alaa koskevan elinkeinotoiminnan kehittämiseksi. Tutkimuksessa tarkastellaan ensin uusiutuvan energian markkinoiden teknologioiden, tuotteiden ja palvelujen kansainvälisiä markkinoita ja Suomen vientiä. Toiseksi tarkastellaan Suomen mahdollisuuksia kehittää uusiutuvan energian liiketoimintaa ja vientiä. Kolmanneksi tehdään näiden perusteella suosituksia alan liiketoiminnan ja politiikan kehittämiseksi.

Tätä julkaisua myy:
Netmarket
Edita Publishing Oy
www.edita.fi/netmarket
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi
Puhelin 020 450 05
Faksi 020 450 2380

Painettu
ISSN 1797-3554
ISBN 978-952-227-657-5

Verkkojulkaisu
ISSN 1797-3562
ISBN 978-952-227-658-2



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ
ARBETS- OCH NÄRINGSMINISTERIET
MINISTRY OF EMPLOYMENT AND THE ECONOMY