

Tuulivoima ja bioenergia sijoituskohteena Suomessa

Nina Ojala

Opinnäytetyö

Liiketalouden koulutusohjelma

2.12.2014



<p>Tekijä tai tekijät Nina Ojala</p>	<p>Ryhmätunnus tai aloitusvuosi 2010</p>
<p>Raportin nimi Tuulivoima ja bioenergia sijoituskohteena Suomessa</p>	<p>Sivu- ja liitesivumäärä 78 + 25</p>
<p>Opettajat tai ohjaajat Ville Hanni, Seppo Suominen</p>	
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena on tuulivoima ja bioenergia sijoituskohteena Suomessa. Tutkimuksessa on tarkoituksena selvittää millaisia sijoituskohteita bioenergia ja tuulivoima ovat, ja miten sijoittaja voi niihin sijoittaa.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa lukijalle esitellään perinteisiä sijoituskohteita, jonka jälkeen vuorossa ovat uusiutuvan energian muodot, joista tarkemmin perehdytään bioenergiaan ja tuulivoimaan sijoituskohteina. Tuulivoimaa ja bioenergiaa tarkastellaan sijoittajalle riski-tuotto suhteen. Sen lisäksi perehdytään bioenergian ja tuulivoiman hankkeisiin, haasteisiin ja tulevaisuuteen.</p> <p>Työ on tehty laadullisena tutkimuksena. Tietoa on hankittu runsaasti ajankohtaisten artikkeleiden avulla, koska uusiutuva energia on aiheena vielä niin uusi. Perinteisiin sijoituskohteisiin käytettiin apuna suurimmaksi osaksi erilaisia sijoitusalan kirjoja. Työssä käytetään hyödyksi myös asiantuntijoiden haastatteluja, jotta sijoittaja saa erilaisia näkökulmia tuulivoiman, bioenergian sekä metsäalan nykyhetkestä ja tulevaisuudesta.</p> <p>Tutkimuksen avulla bioenergian ja tuulivoiman riski-tuotto suhteen todettiin olevan parempi verrattuna muutamaan perinteiseen sijoituskohteeseen, joita ovat mm. arvopaperit, kiinteistö- ja korkosijoitukset sekä yrityslainat. Tutkimuksen avulla myös saatiin selville, mitä kautta sijoittaja voi investoida tuulivoimaan ja bioenergiaan. Haasteina tuulivoiman ja bioenergian tulevaisuudessa ovat monimutkaiset lupakäytännöt, puolustusvoimat, kalliit huollot, melu, EU:lta saatava tuki suuriin investointeihin ja biotuotteiden hidas kehittyminen.</p> <p>Tutkimuksen avulla selvisi, että tuulivoimalla ja bioenergialla on Suomen markkinoilla paljon potentiaalia tulevaisuudessa. Positiivisen tulevaisuuden tuulivoimalle ja bioenergialle mahdollistavat hankkeiden ja kysynnän lisääntyminen. Erilaiset asetetut ympäristötavoitteet kasvattavat biotaloutta ja nopeuttavat uusiutuvan energian teknologian kehittymistä. Syöttötariffijärjestelmä toimii tukena bioenergialle ja tuulivoimalle.</p>	
<p>Asiasanat Sijoitus, uusiutuvat energialähteet, tuulienergia, bioenergia, tulevaisuus</p>	

Business Administration and Economics

<p>Authors Nina Ojala</p>	<p>Group or year of entry 2010</p>
<p>The title of thesis Wind power and bioenergy as an investment targets in Finland</p>	<p>Number of pages and appendices 78 + 25</p>
<p>Supervisor(s) Ville Hanni, Seppo Suominen</p>	
<p>This thesis investigates wind power and bioenergy as an investment targets in Finland. This study analyses what kind of investment target bioenergy and wind power are, and how investor can invest to them.</p> <p>The theory section of the thesis introduces traditional investment targets and after that comes renewable energy forms, and from them more specifically bioenergy and wind power as an investment targets. Wind power and bioenergy are investigated to the investor from risk-profit perspective. The thesis also investigates the projects, challenges and the future of bioenergy and wind power.</p> <p>This thesis consists of qualitative analysis. A lot of the information has been gathered from articles, since renewable energy is still such a new topic. Most of the information for traditional investment targets was found from books. Expert's interviews were taken advantage, so that the investors can have different perspectives about wind powers, bioenergy's and forest industry's present time and the future.</p> <p>With the help of this analysis, bioenergy and wind power were stated as better than a few traditional investment target, such as securities, property- and interest investments and corporate bonds. With this analysis it was also discovered that how the investor can invest to wind power and bioenergy. Challenges for wind power and bioenergy in the future are complicated permission practices, Finnish army, expensive maintenance, noise, the support from EU for large investments and slow development of the bio products.</p> <p>With this analysis, it was discovered that wind power and bioenergy have much potential in the Finnish market in the future. The increased demand for wind power and bioenergy projects makes the future positive. Different set of environmental goals increase the bio economy and speed up the development of renewable energy. Feed-in Tariff system works as a support to bioenergy and wind power.</p>	
<p>Key words Investment, renewable energy, wind power, bioenergy and future</p>	

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Aihe	1
1.2	Työn tavoitteet.....	2
1.3	Opinnäytetyön rajaus	3
2	Yleistä sijoittamisesta	4
2.1	Suunitelma, elämäntilanne ja riskit.....	4
2.2	Hajauttaminen ja allokointi	4
3	Peristeisten sijoitusmuotojen riski-tuotto suhde	5
3.1	Arvopaperit	5
3.1.1	Osakkeet	5
3.1.2	Johdannaiset	7
3.2	Rahastot.....	8
3.2.1	Osakerahastot.....	9
3.2.2	Korkorahastot (lyhyt, keskipitkä ja pitkä).....	10
3.2.3	Yhdistelmärahastot.....	11
3.2.4	Kiinteistörahastot	11
3.3	Korkosijoitukset	12
3.3.1	Joukkovelkakirjalainat eli joukkolainat.....	12
3.3.2	Obligaatiot ja rahamarkkinasijoitukset.....	13
3.4	Pääomalainat ja -sijoittaminen	14
3.5	Muut pitkäaikaiset sijoitukset.....	15
3.5.1	Hyödykesijoitukset	15
4	Vaihtoehtoiset uusiutuvan energian muodot.....	15
4.1	Uusiutuvan energian tuontanto ja käyttö Pohjoismaissa	18
4.2	Yleistä tuulivoimasta	20
4.2.1	Historia	22
4.2.2	Tuulivoimalan rakenne ja asennus	23
4.2.3	Kustannukset ja sähkön tuotto	24
4.3	Tuulivoimaprojektien rakentaminen.....	25
4.3.1	Tuulivoiman potentiaali Suomessa.....	25

4.3.2	Lupakäytäntö.....	27
4.3.3	Tuulivoiman haasteet	28
4.3.4	Syöttötariffijärjestelmä	30
4.3.5	Tuulivoimahankkeita ja –laitoksia Suomessa	32
4.4	Tuulivoimaan sijoittaminen.....	34
4.5	Tuulivoiman tulevaisuus.....	36
4.6	Aurinkoenergia	38
4.7	Vesivoima	40
4.8	Maa- ja ilmalämpö	41
4.9	Aalto- ja vuorovesivoima	42
4.10	Bioenergia.....	43
4.10.1	Syöttötariffijärjestelmä ja investointituki	45
4.10.2	Bio- ja puuperäiset polttoaineet.....	45
4.10.3	Metsäteollisuus ja biotuotteet.....	52
4.10.4	Biokaasu.....	54
4.10.5	Taaleritehdas ja biokaasu	56
4.10.6	Peltobiomassat	58
4.10.7	Bioenergiaan sijoittaminen	59
4.10.8	Bioenergian tulevaisuus	61
5	Haastattelut	63
5.1	Taaleritehdas	63
5.1.1	Taamir Fareed ja Tero Luoma	64
5.2	SEB	68
5.2.1	Pekka Jokimies	68
5.3	United Bankers	71
5.3.1	Mikael Beck	71
6	Johtopäätökset.....	73
6.1	Tuloksien uskottavuus	74
6.2	Tutkimuksen yhteenveto	75
6.3	Haastattelujen yhteenveto	76
6.4	Loppusanat.....	77
	Lähteet.....	79

Liitteet.....	94
Liite 1. Taaleritehtaan haastattelujen kysymykset	94
Liite 2. United Bankersin haastattelun kysymykset.....	94
Liite 3. SEB:n haastattelun kysymykset.....	94
Liite 4. UB Nordic Forest Fund 2014a, diat 2, 5-9 & 11.....	95
Liite 5. UB Nordic Forest Fund 2014b, diat 7, 9 & 18.....	98
Liite 6. Strategic analysis of diffusion of renewable energy in the Nordic countries, s. 497-498 & 500-504.....	100
Liite 7. Renewable energy targets, forest resources, and second-generation biofuels in Finland, s. 238-239	107
Liite 8. Drivers for renewable energy: A comparison among OECD countries, s. 4497-4503.....	109
Liite 9. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries, s. 1004-1005 & 1007-1008.....	116

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö kirjoitetaan sijoittajan näkökulmasta ja sen tarkoituksena on antaa lukijoille perspektiiviä tuulivoimasta ja bioenergiasta. Tätä opinnäytetyötä ei tehdä toimeksiantona yritykselle. Samalla lukijalle muistutetaan mieleen ja kerrotaan, mitä sijoituskohteita markkinat parhaillaan tarjoavat.

Uusiutuva energia on saanut jalansijaa ja huomiota markkinoilla vuosittain yhä enemmän. Suomessa uusiutuvan energian muodot ovat vasta alkaneet olla esillä erilaisissa medioissa. Vihreän energian muodot ovat tätä päivää ja ja niihin kohdistuva teknologia kehittyä kovaa vauhtia. Tänä päivänä sijoittajalla on Suomessa entistä enemmän erilaisia kanavia sijoittaa uusiutuvaan energiaan, josta eniten esillä ovat olleet tuulivoima ja bioenergia. Suomesta löytyy myös paljon potentiaalia kasvattaa vihreää jalanjälkeä.

Mielenkiintoni uusiutuvaa energiaa ja erityisesti tuulivoimaa ja bioenergiaa perustuu suurimmaksi osaksi siihen faktaan, että ne ovat markkinoilla nuoria sijoituskohteita. Haluan tuoda työssäni esille sitä miten nämä sijoituskohteet ilmenevät markkinoilla ja miten niiden toimintaan pääsee mukaan.

1.1 Aihe

Työni aihe on hyvin ajankohtainen, koska se on jatkuvasti esillä. Päädyin tähän aiheeseen, koska siitä ei vielä tiedetä paljoa, mikä tekee siitä samalla haasteellisen. Aihe myös tarjoaa jo itsessään opinnäytetyölle jotain uutta. Tämä työ käsittelee uusiutuvan energiaa pintaa syvemältä, erityisesti tuulivoimaan ja bioenergiaan sijoittamista. Valitsin syksyllä 2011 itselleni suuntautumiseksi ”Rahoitus ja sijoitus” –linjan.

Itseäni on kiinnostanut linjalla eniten pörssimaailma ja sijoittaminen, joten aihe käsittelee loistavasti kiinnostuksen kohteitani. Tähän työhön voin tuoda myös näkökulmia tuulivoiman ja bioenergian ammattilaisilta. Halusin lisäksi keksiä opinnäytetyöaiheen, josta kovin moni ei suurella todennäköisyydellä ole vielä kirjoittanut ja jonka avulla voisin erottua paremmin muiden sijoitusaiheisten

opinnäytetöiden joukosta. Opinnäytetyöstäni tulee tutkimus ja se tulee käsittelemään eri uusiutuvan energian ja muiden nykyisten sijoitusmuotojen riski-tuotto suhteita. Samalla selvitetään miten sijoittaja pääsee mukaan sijoittamaan tuulivoimaan ja bioenergiaan, mitä hankkeita Suomessa on suunnitteilla ja mitä projekteja on jo toteutunut. Lopuksi tarkastellaan miltä tulevaisuus tulee näyttämään bioenergian ja tuulivoiman suhteen.

Työssäni analysoin sijoittajan näkökulmasta tuulivoiman ja bioenergian sijoituskohteita ja mitä haasteita ja potentiaalia niillä on markkinoilla. Omistan itse sijoitussalkun, joten työn aiheen kautta voin tutustua uusiutuvan energian kohteisiin henkilökohtaisistakin syistä.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on avata uusiutuvan energian kohteita, sekä pohtia miksi uusiutuvan energian kohteet ovat potentiaalisia. Samalla tarkoituksena on pohtia tuulivoiman ja bioenergian riski-tuotto suhdetta sijoittajan näkökulmasta.

Tarkoituksena on antaa selkeä kuva siitä, miten nämä uusiutuvan energian sijoituskohteet eroavat perinteisistä sijoituskohteista. Tarkoituksena on pohtia myös sitä, miltä tulevaisuus näyttää tuulivoiman ja bioenergian kannalta ja mitä muutoksia voi tapahtua vuosien saatossa.

Tutkimuksena käytetään avoimien kysymysten haastattelua. Haastatteluja tehtiin neljä ja haastateltavat valittiin kolmesta eri yrityksestä, jotta vastauksista ja haastateltavista saataisiin mahdollisimman monipuolisia. Vastaukset voin täydentää omia johtopäätöksiäni ja näkemyksiäni. Alla tutkimusongelmani:

- Millainen riski-tuotto suhde tuulivoimalla ja bioenergialla on sijoittajan näkökulmasta?

Opinnäytetyöni tutkimusongelma liittyy juuri työn otsikkoon ja käsittelee tuulivoiman ja bioenergian sijoituskohteita. Tutkimusongelmaani selventävät alakysymykset ovat:

- Miten tuulivoimaan ja bioenergiaan voi sijoittaa?
- Mitä toteutuneita/rakenteilla olevia/suunniteltuja hankkeita Suomessa on?
- Miltä tuulivoiman ja bioenergian tulevaisuus näyttää Suomessa?

1.3 Opinnäytetyön rajaus

Valitsin tuulivoiman ja bioenergian muiden uusiutuvan energian kohteiden joukosta, koska ne ovat tällä hetkellä suurimmat kohteet. Bioenergiasta ja tuulivoimasta on olemassa paljon tietoa ja molemmat ovat eniten esillä. Näillä uusiutuvan energian muodoilla on näkyvyyttä markkinoilla ja sijoituskanavia eniten. Koska tuulivoima ja bioenergia ovat esillä paljon, päädyin perehtymään niihin muita uusiutuvan energian muotoja enemmän.

Tässä työssä bioenergiaan ja tuulivoimaan liittyvät aiheet on rajattu Suomeen. Työ käsittelee näitä kohteita vain suomalaisilla markkinoilla. Jos työ olisi tehty tarkastellen useampaa maata tai koko maailmaa, se olisi paisunut liian isoksi yhdelle henkilölle. Valitsin lisäksi uusiutuvan energian muodoista kaksi tarkasteltavaksi, koska siten pystyin keskittymään niihin syvempin. Jos kaikkia muotoja tarkasteltaisiin syvemältä, työ venyisi liian pitkäksi.

2 Yleistä sijoittamisesta

2.1 Suunitelma, elämäntilanne ja riskit

Ennen sijoittamisen aloittamista jokaisen olisi hyvä tehdä itselleen sijoitussuunnitelma, joka käsittelee omia sijoitustavoitteita: kuinka kauan sijoittaminen kestää, mitkä ovat sijoittajan tuottotavoitteet ja mihin aikoo sijoittaa. Tärkeää on myös huomioida mahdolliset riskit läpi koko sijoitusajan ja ottaa kantaa riskien hallintaan. Omaa varallisuutta voidaan arvioida sen perusteella mitä sijoittaja omistaa, kuinka paljon on velkoja ja mikä on sijoittajan nettoarvo, pyritään myös ennustamaan miltä nykyinen ja tuleva kassavirta tulevat näyttämään. (Anderson & Tuhkanen 2004, 16–17.)

Sijoittaja kohtaa sijoitusaikana paljon erilaisia riskejä, joita ovat mm. luottoriski, korkoriski, uudelleensijoitusriski, inflaatoriski ja valuuttariski. Perussääntönä voidaan pitää, että mitä suurempi on tuotto-odotus, sitä suurempi myös riski. (Anderson & Tuhkanen 2004, 34–39.)

2.2 Hajauttaminen ja allokointi

Hajauttamisella ja allokoinnilla on sijoittamisessa iso merkitys. Hajauttamisella hallitaan edellä mainittuja riskejä. Teorian mukaan sijoittaja voi hajauttamisen avulla parantaa tuottoja ja samalla pienentää riskiä. Hajauttaminen toteutetaan esim. sijoittamalla useampaan omaisuusluokkaan. (Anderson & Tuhkanen 2004, 107–110.)

Allokoinnilla tarkoitetaan varallisuuden jakamista eri sijoituskohteisiin. Jos henkilöllä ei ole suurta riskiensietokykyä, hän allokoii suurimman osan varoistaan lähes riskittömiin tai riskittömiin sijoituskohteisiin. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 56.)

3 Peristeisten sijoitusmuotojen riski-tuotto suhde

3.1 Arvopaperit

Arvopaperi on asiakirja, jolla on jokin varallisuusarvo, ja se voi olla myös kaupan kohde. Arvopapereilla käydään kauppaa arvopaperimarkkinoilla, jotka jaetaan rahamarkkinoihin, pääomamarkkinoihin ja johdannaismarkkinoihin. Arvopapereiden ostoa ja myyntiä voi tapahtua esim. pörssin, pankkiiriliikkeen tai pankin kautta. (Taloussanomat 2013.)

3.1.1 Osakkeet

Osakkeella tarkoitetaan omistusosuutta jostakin osakeyhtiöstä, jonka osakepääoma koostuu yhtiön osakeannissa eli emissiossa liikkeelle laskemista osakkeista.

Osakkeenomistajan oikeudet voidaan jakaa päätösvaltaan ja taloudellisiin oikeuksiin. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 93.)

Jos halutaan sijoittaa suomalaisiin yrityksiin, kauppaa käydään NASDAQ OMX Helsinki pörssissä. Sijoittajan tulee olla pörssivälittäjän asiakas, voidakseen ostaa ja myydä osakkeita. Tällaisia pörssivälittäjiä ovat esim. Nordnet Aktia, Nordea ja Danske Bank. (Saario 2007, 22–23.)



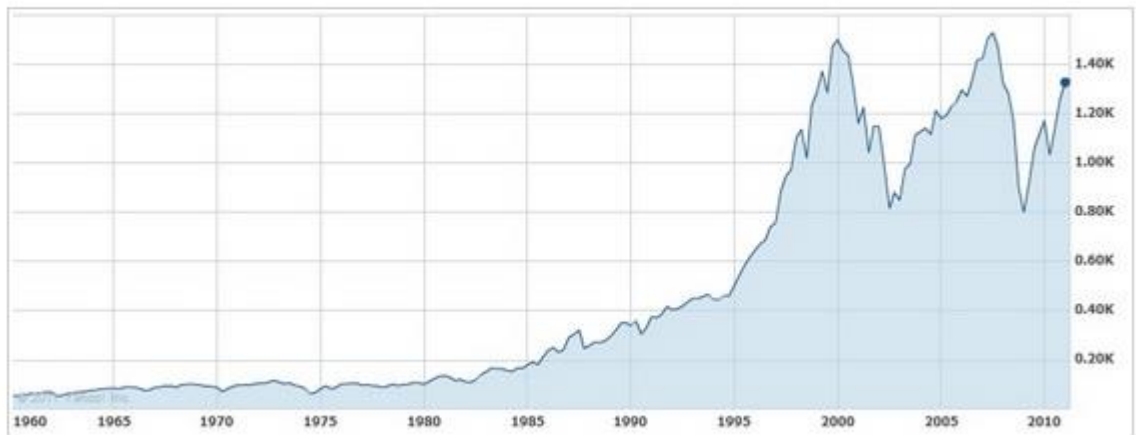
Lähde: Bloomberg.

Kuvio X. OMX Helsinki-indeksi, joka kuvaa suomalaisten osakkeiden kehitystä 1989-14.12.2011 (Finanssivalvonta 2011.)

Pörssissä kaikilla osakkeilla on oma hintansa, joka määräytyy sen kurssin mukaan. Kurssivaihtelut aiheutuvat kysynnän ja tarjonnan muutoksista, minkä vuoksi osakkeen hinta osakemarkkinoilla voi lyhyelläkin aikavälillä vaihdella suuresti. Jos osakkeen arvo on esim. noussut jo pidemmän aikaa, on todennäköistä, että sen kurssi tulee laskemaan jossakin vaiheessa. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 94.)

Osakemarkkinoilla on Standard & Poor 500 –indeksi, johon kuuluu 500 yhtiötä. Muutama yrityksistä on muualta, mutta suurin osa on Yhdysvalloista. Indeksiin pääsevät yhtiöt valitsee S & P:n joukko ekonomisteja ja analyytikkoja. Markkinoilla indeksi esiintyy niin, että pörssissä osakkeen paino vastaa suhteessa sen arvoa. (Valuuttakauppa.fi 2014.)

S&P 500 Chart: 1960-Present



S&P 500 Chart: 1960 - Present

Kuvio 1. S&P 500 –indeksin kehitys 1960-luvulta nykypäivään. (20s Money 2014.)

Jos sijoittaja on hajauttanut salkkunsu huolellisesti, voi tappioriski olla noin 30 prosenttia/vuoden sijoitusjakso. Seitsemän vuoden jälkeen tappioriski laskee alle 10 prosenttiin, ja 11 vuoden jälkeen riskiä tappiolle on jäljellä vain 5 prosenttia. Osakkeisiin kannattaakin sijoittaa pidemmällä tähtäimellä, jolla tarkoitetaan periodia, joka on vähintään 10 vuotta. (Seligson & CO 2014a.)

Sijoitukset ovat yleensä tuottoisia, kun ne tehdään osakkeiden ollessa “epämuodikkaita”, ja arvioitu tuotto pitkän aikavälin osakesijoituksille on noin 8-9 %/vuosi. Tuotto voi tietysti poiketa keskiarvosta molempiin suuntiin. (Seligson & CO 2014b.)

Tilastot osoittavat, että osakkeilla on saatu pitkällä aikavälillä enemmän tuottoa kuin korkosijoituksilla. Suomalaiset osakkeet tuottavat vuodessa noin 13,1 prosenttia, kun suomalaiset joukkolainat tuottavat melkein puolet vähemmän eli noin 7,1 prosenttia. (Finanssivalvonta 2011.)

EURO STOXX 50 -indeksi kattaa 50 osaketta 12 Euroalueen maasta, jotka ovat Itävalta, Belgia, Suomi, Ranska, Saksa, Kreikka, Irlanti, Italia, Luxemburg, Alankomaat, Portugali ja Espanja. Tämä indeksi on lisensoitu finanssiyhtiöitä varten, jotka tarjoavat laajan valikoiman sijoitus “tuotteita”, kuten mm. ETF-rahastoja (eng. Exchange Traded Funds), opitoita ja futuureja sekä strukturoituja tuotteita globaalisti. (Stoxx 2014.)



Kuvio 2. Euro stoxx 50® aikavälillä 31.12.1986-14.11.2014 (Stoxx 2014.)

3.1.2 Johdannaiset

Johdannaiset ovat johdettu toisista sijoituskohteista, eli niiden arvon määrittelee jonkun toisen sijoituskohteen arvo. Näiden johdannaisten taustalla olevaa sijoituskohdetta kutsutaan nimellä kohde-etuus, joka voi olla esim. osake, valuutta, osakeindeksi, raaka-

aine tai korko. Johdannaismarkkinoilla käydään kauppaa niin oikeuksista kuin velvollisuuksista ostaa tai myydä kohde-etuutena olevia hyödykkeitä. Näillä hyödykkeillä on ennalta määrättyä ajankohtana jokin tietty arvo. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 109.)

Johdannaisia voidaan käyttää esim. tuotto-odotusten nostamiseen tai kurssimuutoksilla suojautumiseen. Tunnetuimpiin johdannaisiin kuuluvat mm. optiot, termiinit, swapit, warrantti ja futuurit. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 109–111.)

Johdannaiset ovat räätälöitävissä jokaiselle sijoittajalle, ja näin riski-tuotto suhde voidaan määritellä huolellisesti. Johdannaisia käytetään myös riskienhallintaan, joten niillä sijoittaja voi suojata salkkunsa esim. mahdollisilta valuutta-, korko- ja hyödykeriskeiltä. (Pohjola 2014.)

3.2 Rahastot

Sijoitusrahasto on rahasto, joka koostuu erilaisista arvopapereista. Näiden rahastojen toiminnasta vastaavat varainhoitoyhtiöt, joiden omistajina ovat suurimmaksi osaksi pankkiiriliikkeet, pankit, niihin sijoittaneet yksityiset henkilöt sekä muut yhteisöt ja yritykset, jotka muodostavat tämän kollektiivisen instituution. Sijoitusrahastojen päätarkoituksena on kerätä säästäjiltä varoja ja sijoittaa ne erilaisiin arvopapereihin, jotka muodostavat rahaston. (Anderson & Tuhkanen 2004, 287; Puttonen & Repo 2007, 30.)

”Rahasto jakaantuu keskenään yhtä suuriin rahasto-osuuksiin, jotka tuottavat yhtäläiset oikeudet rahastossa olevaan omaisuuteen.

Sijoituspäätöksistä ja muusta hallinnoinnista vastaa rahastoyhtiö, joka ei omista rahastossa olevia arvopapereita, sillä ne ovat sijoittajien omaisuutta.” (Puttonen & Repo 2007, 30.)

Erilaisille sijoittajille on tarjolla monia erilaisia sijoitusrahastoja. Rahastorahoittamiseen kuuluu erilaisia etuja, kuten riskin hajautus, asiantuntemus, hyvä rahaksimuutettavuus, helppohoitoisuus, säästöt kaupankäyntikustannuksissa, valvonta ja verottomuus. Riskin

hajautus tapahtuu sijoittamalla samanaikaisesti useampaan eri kohteeseen. (Puttonen & Repo 2007, 31-32 & 35.)

Hyvä rahaksimuutettavuus tarkoittaa sitä, että rahastosijoituksen rahasto-osuus on mahdollista muuttaa käteiseksi jokaisena kaupankäyntipäivänä (ei viikonloppu yms.). Säästöt kaupankäytinkustannuksissa kertyvät siitä, että sijoittaja pääsee rahaston kautta tukkumarkkinoille eli sellaisille markkinoille, joille sijoittaja ei normaalisti muuten pääsisi. Rahastot eivät ole verovelvollisia, joten kauppaa voidaan käydä niin, ettei myyntivoittoa veroteta. Myöskään korkotuotoista ei makseta lähdeveroa. (Puttonen & Repo 2007, 35–36.)

Vaikka rahastosijoittamisessa on paljon etuja, se sisältää myös riskejä. Sijoittaja saattaa verrata rahastoihin sijoittamista suoraan osakesijoittamiseen, tai odottaa sijoitustensa arvon nousevan nopeasti lyhyessä ajassa, mitä harvoin tapahtuu. (Puttonen & Repo 2007, 37–39.)

3.2.1 Osakerahastot

Osakerahastot sijoittavat nimensä mukaisesti suurimman osan varoista osakkeisiin. Osa varoista voidaan myös sijoittaa esim. rahamarkkinainstrumentteihin. Osakerahastot voidaan jakaa eri tyyppeihin sijainnin, yrityksen toimialan tai yrityksen koon perusteella. Osakerahastojen yhtenä tavoitteena on ylittää viiteindeksin tuotto pidemmällä aikavälillä. (Anderson & Tuhkanen 2004, 306; Puttonen & Repo 2007, 67–68.)

Kun henkilö sijoittaa osakerahastoihin, hän hyväksyy sen, että riskit ovat suuremmat kuin esim. yhdistelmä- tai korkorahastoissa. Osakerahastoilla onkin tarkoituksena tavoitella suuren riskin vuoksi suurempia tuottoja. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 128.)

Yritys- ja markkinariskit ovat suurimmat uhat sijoittajalle osakerahastoissa. Riskin pienentämiseen voidaan käyttää johdannaisista futuureja ja indeksiopioita. Yrityksen status tai menestys ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat osakkeisiin yritysriskinä, riskiä voidaan pienentää hajauttamalla sijoitukset eri toimialoille sekä kohteisiin.

Osakejohdannaiset ovat osakerahastoissa yksi tapa vähentää riskien suuruutta. (Sijoitusrahastot.org 2010b.)

3.2.2 Korkorahastot (lyhyt, keskipitkä ja pitkä)

Korkorahastoissa sijoittajat sijoittavat julkisyhteisöjen ja erilaisten yritysten liikkeelle laskemiin joukkovelkakirjalainoihin (engl. bonds). Korkorahastot jaetaan kolmeen eri ryhmään: lyhyen koron rahastot, keskipitkän koron rahastot ja pitkän koron rahastot. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 126–127.)

Lyhyen koron rahastoja kutsutaan myös nimellä rahamarkkinarahastot. Nimensä mukaan nämä rahastot sijoittavat lyhytaikaisiin korkotuotteisiin, joita ovat esim. pankkien sijoitustodistukset, lyhyen ajan velkasitoumukset ja joukkovelkakirjalainat. Näiden edellä mainittujen korkoinstrumenttien laina-aika on aina enintään vuoden pituinen. (Anderson & Tuhkanen 2004, 292–293; Puttonen & Repo 2007, 65–66.)

Keskipitkän koron rahastot sijoittavat sekä lyhyisiin että pitkiin korkoinstrumentteihin. Keskipitkän koron rahasto antaa sijoittajalle enemmän sijoitusvaihtoehtoja, koska korkoinstrumentteja voidaan yhdistellä. Pitkän koron rahastoja kutsutaan myös nimellä, joiden maturiteetti eli laina-aika on yli vuoden pituinen. Tällaisia korkoinstrumentteja ovat esim. yritysten, valtion ja julkisyhteisöjen liikkeeseen laskemat joukkovelkakirjalainat. (Anderson & Tuhkanen 2004, 296 & 298-300; Puttonen & Repo 2007, 66.)

Korkorahastojen tuotto on riippuvainen markkinoiden korkotatosta ja siihen liittyvistä heilahteluista. Sijoittajan on myös hyvä huomioida, että riskit ja tuotto-odotukset liittyvät aina toisiinsa. Jos sijoittaja tavoittelee suurempaa tuottoa, hänen tulee olla tietoinen siitä, että myös riskit kasvavat. Vastaavasti voidaan todeta, että turvallisiin sijoituksiin tukeutuva investoija joutuu tinkimään tuottojen suuruudesta. (Sijoitusrahastot.org 2010a.)

3.2.3 Yhdistelmärahastot

Yhdistelmä rahastot sijoittavat sekä osakkeisiin että korkoa tuottaviin sijoituskohteisiin kuten joukkolainoihin. Erisuuruisten painotusten vuoksi yhdistelmä sijoituksien riskin suuruus ja tuotto-odotus vaihtelevat. Jos sijoittajan sijoitukset painottuvat osakkeisiin, riski ja tuotto-odotus on suurempi kuin sijoittajan sijoitusten painottuessa joukkolainoihin. (Puttonen & Repo 2007, 70; Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 127.)

Allokoinnin avulla voidaan esim. siirretään varoja korkosijoituksiin osakekurssien laskiessa ja toisin päin, minkä kautta tappiota voidaan minimoida. Yhdistelmärahastoon sijoittaminen on sijoittajalle hyvä vaihtoehto silloin, kun suoran osakesijoittamisen riski on liian suuri. Yhdistelmärahasto on pienempiriskinen kuin osakerahasto, mutta ei täysin riskitön. (Anderson & Tuhkanen 2004, 312–313.)

3.2.4 Kiinteistörahastot

Kiinteistörahastot ovat erityisesti piensijoittajille suunnattuja rahastoja, joiden kautta sijoittaja voi sijoittaa asuntoihin ja kiinteistöihin. Kiinteistörahastoja tarjoavat tällä hetkellä esim. Ålandsbanken ja OP. Nämä rahastot lupaavat sijoittajalle, jopa kuusi prosenttia vuotuista tuottoa. (Talouselämä 2013.)

Kiinteistörahastojen hyvä puoli on, että ne sopivat niin vasta-alkajalle kuin kokeneellekin sijoittajalle. Nämä rahastot muistuttavat osake- ja korkorahastoja, koska niihin on mahdollista sijoittaa vaikkapa kuukausittain. Kiinteistö sijoittaminen on luonteeltaan pitkäaikaista, eli sijoitushorisontti on vähintään 12 kuukautta. Sijoittajien olisi suositusten mukaan hyvä säilyttää sijoituksensa tällaisessa rahastossa noin 4-5 vuotta. Kiinteistörahastot maksavat vuosittain saamistaan tuotoista sijoittajille n. 75 prosenttia. (Talouselämä 2013; ICON Kiinteistörahastot 2014.)

Kiinteistömarkkinat ovat riippuvaisia talouden tilasta ja siitä, miten investoijat reagoivat siihen. Reagointiin vaikuttavia tekijöitä ovat kaupungistuminen, lainan saatavuus, korkotaso, ostovoima ja työllisyys. Kiinteistörahastojen riskiin vaikuttaa merkittävästi

asunto-osakeyhtiöiden tai liikekiinteistöjen kunto ja mahdollinen isompien remonttien tarve. (ICON Kiinteistörahastot 2014.)

3.3 Korkosijoitukset

Korkosijoituksilla sijoittajalla on mahdollisuus vakaampaan mutta samalla alhaisempaan tuottoon kuin sijoittamalla osakkeisiin. Vakaampi ja alhaisempi tuotto johtuu siitä, että korkoinstrumentteja suojaavat velkaa turvaavat rakenteet, joiden avulla riskit vähenevät. Korkosijoituksia on olemassa lyhyitä ja pitkiä. Lyhyissä korkosijoituksissa riskit ovat pienempiä ja pitkissä korkosijoituksissa taas suurempia. (Pörssisäätiö 2010.)

Lyhyet korkosijoitukset ovat turvallisia sijoituskohteita ja pituudeltaan maksimissaan 12 kuukautta. Lyhyissä sijoituksissa on tärkeää huomioida sijoitusten luottoriski, koska sen kautta sijoittaja voi menettää pahimmillaan pääomansa korkotuottojen lisäksi.

(Anderson & Tuhkanen 2004, 165-166. ; Investori 2011a.)

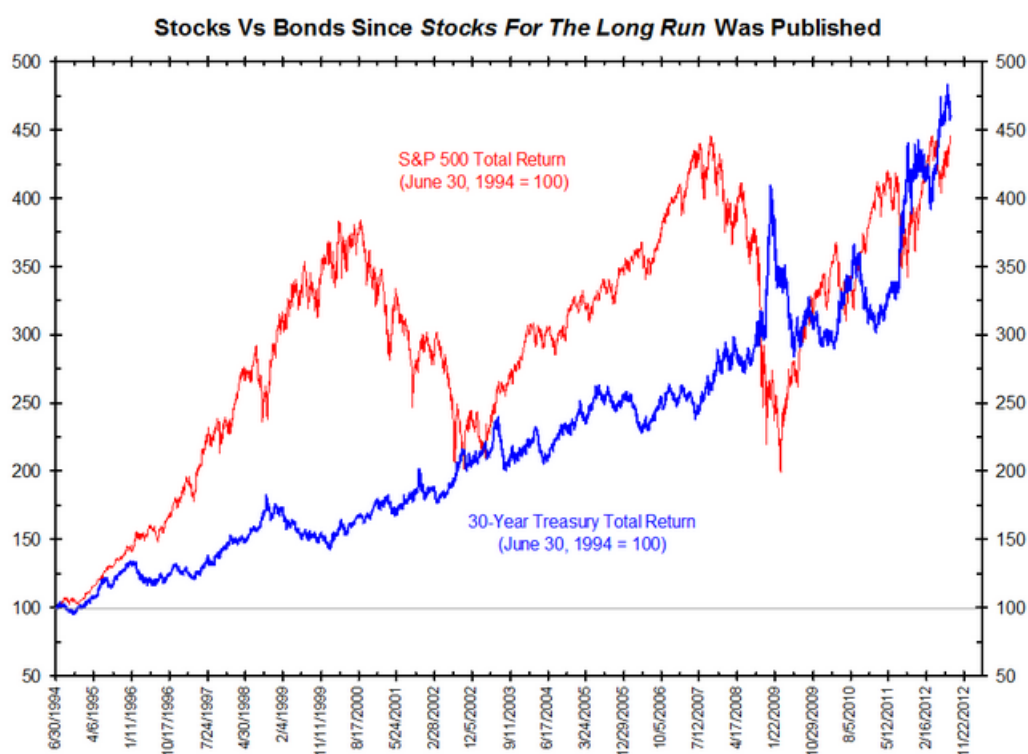
Pitkät korkosijoitukset ovat pituudeltaan vuodesta eteenpäin ja niihin kuuluvat mm. joukkolainat eli joukkovelkakirjalainat. Korkosijoituksiin liittyviä riskejä ovat luotto- ja korkoriskit. Luottoriski toteutuu jos lainapapereiden liikkeellelaskija ei kykene maksamaan sijoittajalle korkoa ja erääntynyttä pääomaa eräpäivänä. Joukkolainoissa luottoriski on hyvin pieni. Korkoriskiksi kutsutaan tapahtumaketjua, jossa markkinakorko ensin nousee samalla kun kiinteäkorkoisten joukkovelkojen hinnat laskevat, minkä jälkeen joukkovelkojen päivän hinnat nousevat korkojen laskiessa. (Investori 2011a.)

3.3.1 Joukkovelkakirjalainat eli joukkolainat

Joukkovelkakirjalainoja kutsutaan myös joukkolainoiksi, joita liikkeellelaskevat valtiot, yritykset, kunnat ja pankit. Juoksuaika eli maturiteetti on yleensä vuosi tai enemmän. Yleensä valtion liikkeellalaskemat joukkolainat mielletään riskittömiksi ja pääoman takaisinmaksua pidetään varmana. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 90.)

Sijoittajat vaativat yleensä isompia tuottoja sellaisilta joukkolainoilta, jotka on laskenut liikkeelle jokin yritys tai yhteisö eikä valtio. Joukkovelkakirjalainat voidaan jakaa myös seuraavanlaisesti: obligaatiot, debentuurit, yrityslainat, pääomalainat, vaihtovelkakirjat ja

optiolainat. (Kallunki, Martikainen & Niemelä 2002, 90-91; Anderson & Tuhkanen 2004, 177.)



Kuvio X. Osakkeet VS. Joukkolainat 30.6.1994-22.11.2012. (The big picture 2012.)

Perinteisten joukkovelkakirjalainojen riski ei ole paljon suurempi kuin esim. pankkitalletusten, mutta niiden tuotto on parempaa. Joukkolainoilla riskitaso on yleensä matala, mutta niihin liittyy liikkeeseenlaskijan luottoriski, joka toteutuu, jos liikkeeseenlaskija ei kykene suoriutumaan velvollisuuksistaan lainan eräpäivänä. (Aktia 2014.)

3.3.2 Obligaatiot ja rahamarkkinasijoitukset

Obligaatio on sijoitustuote, jossa yhdistyy vähäriskinen korko ja riskillinen tuotto. Yhtenä riskinä on liikkeeseenlaskijariski: sijoittajan täytyy huomioida se, että liikkeeseenlaskija ei välttämättä aina ole takaisinmaksukykyinen. Obligaatioihin liittyviä riskejä ovat mm. tuotto-, korko-, verotus-, liikkeeseenlaskija- (mainittu yllä) sekä jälkimarkkina- ja likviditeettiriski. (FIM 2014a; EVLI 2014.)

Erilaiset joukkovelkakirjat kuten nollakuponkilainat ovat rahamarkkinasijoituksia. Rahamarkkinasijoituksilla juoksuaikana on yleensä 1-12 kuukautta, ja tuotto lasketaan myyntihinnan tai nimellisarvon ja hankintahinnan erotuksena. Sijoittajan täytyy myös sijoittaa tällaisiin kohteisiin iso summa, noin 100 000 euroa. (Anderson & Tuhkanen 2004, 169.)

Talletukset lasketaan myös mukaan rahamarkkinasijoituksiin. Talletuksen sijoittaja voi tehdä esim. pankkiin. Pankkeihin on lisäksi mahdollista tehdä valuuttatalletuksia. Talletuksilla tehdään tuottoa sovituille koroilla, jotka on yleensä sidottu pankin prime-korkoon. (Anderson & Tuhkanen 2004, 168.)

3.4 Pääomalainat ja -sijoittaminen

Pääomalaina tarkoittaa yrityksen velkaa. Se kirjataan nimensä mukaisesti taseessa omaan pääomaan. Pääomalainan avulla yritys voi vahvistaa omavaraisuuttaan. Nämä lainat ovat vakuudettomia ja niihin voi myös liittyä jonkin suuruinen osa voitosta. Pääomalainalle on myös mahdollista maksaa sekä lyhennyksiä että korkoa, ja sen voi vaihtaa yrityksen omiksi osakkeiksi. Pääomalainat suunnataan sijoittajille mm. yrityksen pelastamistapauksessa ja tilanteessa, jossa yritys tarvitsee lisää pääomaa. (Anderson & Tuhkanen 2004, 200.)

Riski pääomalainoissa on tavallista lainaa suurempi, koska pääoman koron- ja takaisinmaksua on rajoitettu. Jos yritys, josta laina on otettu, joutuu konkurssiin, saa pääomaa, korkoa ja muuta hyvitystä maksaa muita velkoja huonommalla etuoikeudella, eli rahojaan on vaikeaa saada takaisin. Pääomalainojen ehdot eivät ole kaikista parhaimmat sijoittajalle. (OP 2014c.)

Pääomasijoittaminen (eng. Private Equity) tarkoittaa sitä, että sijoittaja sijoittaa yrityksiin, joita ei ole noteerattu julkisesti. Pääomasijoitukset ovat usein merkittviä osakkeita, ja yleisimpiä pääomasijoitusmuotoja ovat mm. osakesijoitukset ja vaihtovelkakirjalainat. Tuotto-odotus määräytyy riskin suuruuden mukaan, ja pääomasijoittaja luopuu omistusosuudestaan yleensä 3-5 vuoden kuluttua. (FVCA 2014.)

3.5 Muut pitkäaikaiset sijoitukset

3.5.1 Hyödykesijoitukset

Sijoittajilla on mahdollisuus sijoittaa hyödykkeisiin neljällä eri tavalla: sijoittamalla fyysisiin raaka-aineisiin, reaaliomaisuutta omistaviin yrityksiin tai reaaliomaisuuteen. Neljäntenä sijoitusvaihtoehtona ovat hyödyke johdannaiset. (Hyrskke, Lönnroth, Savilaakso & Sievänen 2012, 115.)

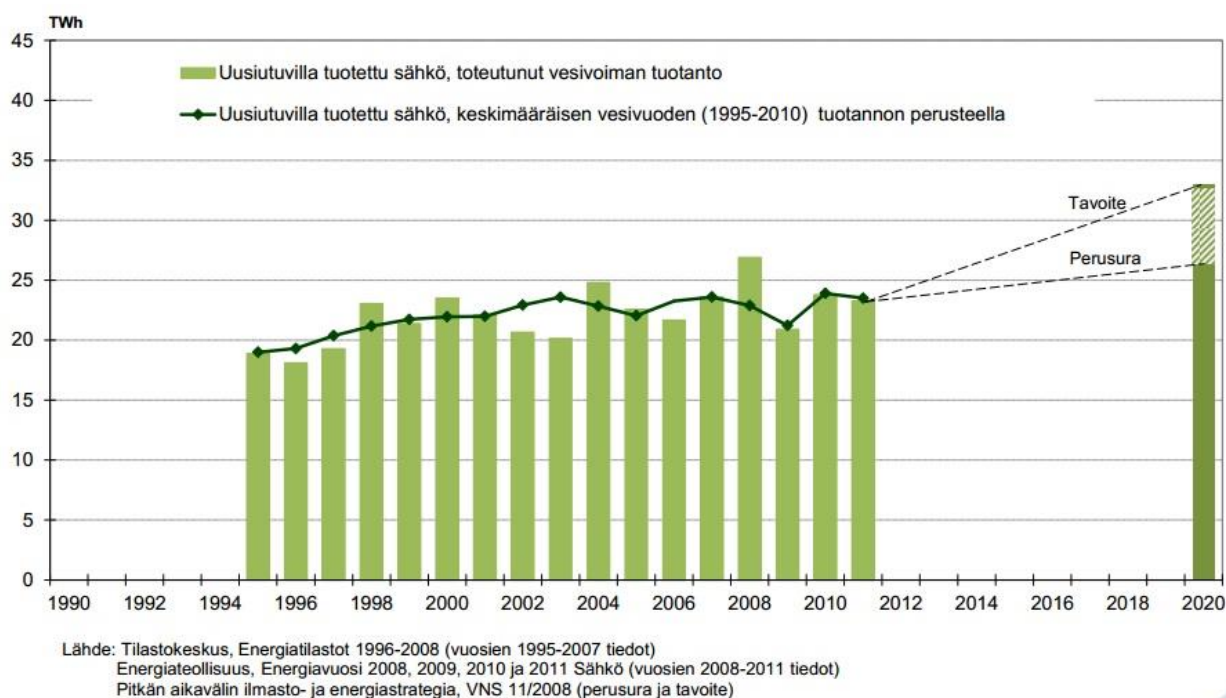
Yleisin tapa olla mukana hyödykesijoittamisessa ovat hyödyke johdannaiset, joita ovat esim. futuurit ja indeksiswapit. Hyödyke johdannaiset toimivat samalla periaatteella kuin tavalliset johdannaiset. (Hyrskke, Lönnroth, Savilaakso & Sievänen 2012, 115.)

Hyödykkeillä voidaan tavoitella sijoitussalkkuun lisää hajauttamista ja lisäksi reaalista tuottoa. Hyödykesijoituksilla on mahdollista saada korkeampaa tuottoa kuin joukkovelkakirjoilla. Jos sijoitussalkkuun lisätään pieni määrä riskisiä hyödykkeitä, koko salkun sijoitusriski voi laskea. Hajautushyöty, tuotteen likviditeetti (tuottavuus) ja kustannustehokkuus ovat ominaisuuksia, jotka sijoittajan on hyvä ottaa huomioon sopivia hyödykekohteita valittaessa. (Investori 2011b.)

4 Vaihtoehtoiset uusiutuvan energian muodot

Uusiutuvia energiamuotoja ovat aurinkoenergia, vesivoima, maalämpö, aalto- ja vuorovesivoima sekä tuulivoima. Bioenergia-käsitteellä tarkoitetaan: puuperäisiä polttoaineita, peltobiomassoja, biokaasua ja kierrätyspolttoaineiden biohajoavaa osaa. Suomen ilmasto- ja energiapolitiittiset linjaukset sekä EU:n direktiivit ja päätökset on otettava tarkasti huomioon energiapolitiikassa. Nämä kaikki vaikuttavat uusiutuvan energian käyttöön Suomessa. (Motiva 2013a.)

Uusiutuvilla tuotettu sähkö yhteensä



Kuvio 3. Uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettu sähkö yhteensä. (motiva 2012.)

EU:n asettama tavoite vuodelle 2020 on lisätä uusiutuvien energilähteiden käyttöä energiankulutuksesta 20 prosenttiin. Tämän toteuttamiseksi EU on asetti tammikuussa 2008 maakohtaiset laillisesti sitovat tavoitteet osana ilmasto- ja energiapakettia. Tavoitteiden saavuttamiseksi sovelletaan lukuisia strategioita, joiden vaikutukset ovat yhä kiistanalaisia. Keskustelua käydään mm. siitä ovatko syöttötariffijärjestelmä ja vihreät sertifikaatit suositteluvimpia keinoja. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, 1004.)

Vesivoima on ollut perinteisesti tärkein uusiutuvan energian muoto EU-27 alueella. Vuonna 1997 sen osuus tuotetusta energiasta oli 90 %, mutta on nopeasti laskemassa;

vuonna 2007 osuus oli enää 60 %. Nopeimmin kasvava uusiutuvan energianmuotona EU maissa on ollut tuulivoima. Raaka-aineiden kuten teräksen hinnan nousu on kuitenkin nostanut investointikustannuksia. Toiseksi suurin osuus EU alueen uusiutuvasta energiasta on tuotettu biomassasta, suurimpina tuotantomaina tällä hetkellä Ruotsi ja Suomi. Muutkin maat ovat lisäämässä biomassan käyttöä mm. tukipolitiikan seurauksena. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, 1007-1008.)

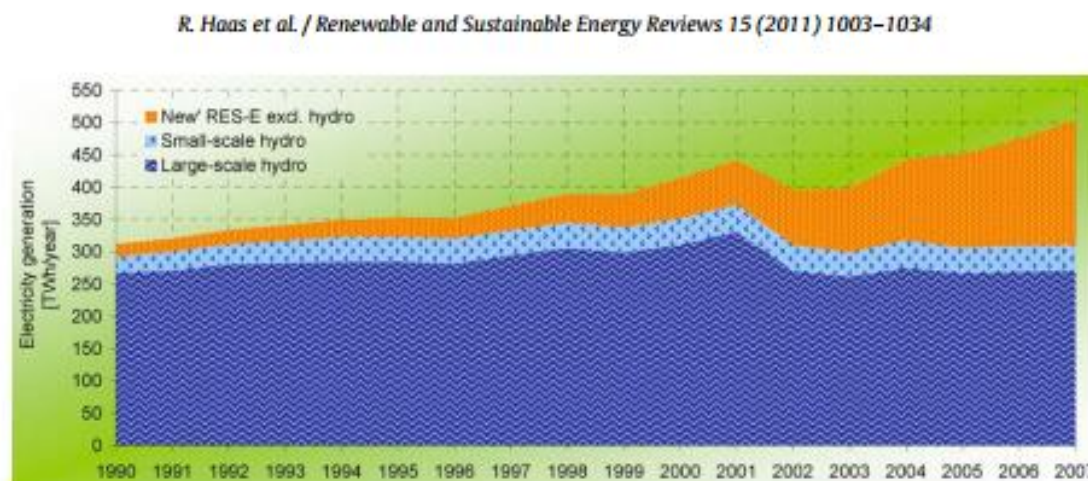
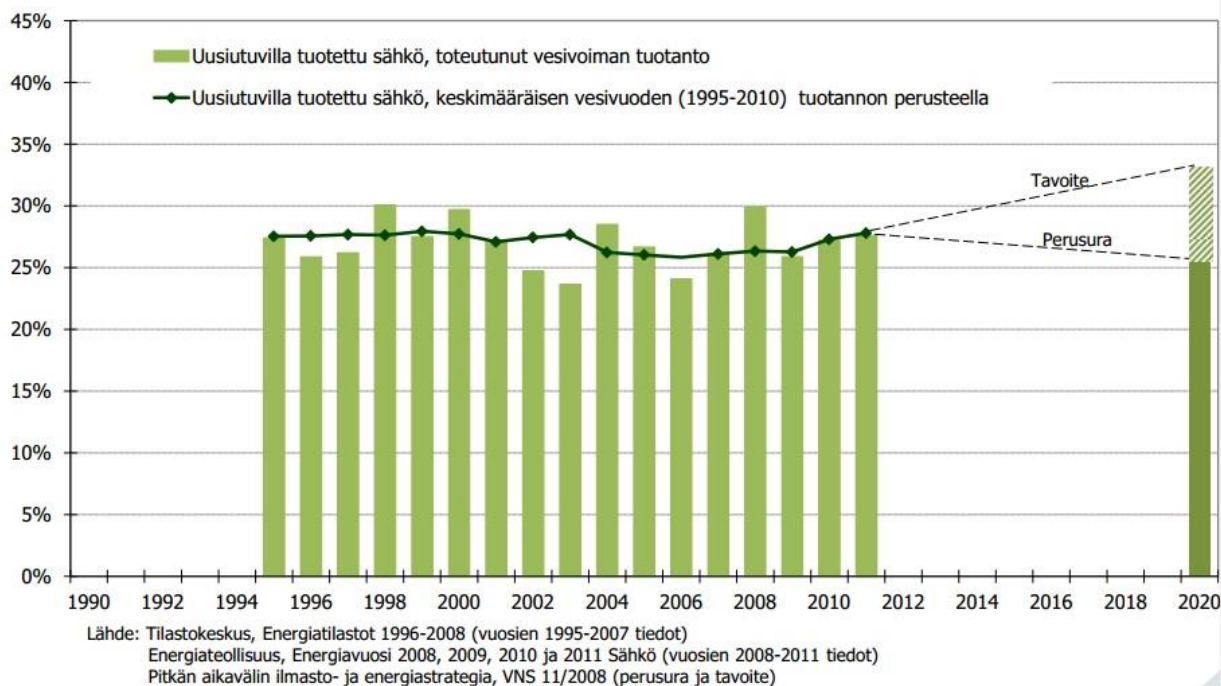


Fig. 1. Historical development of electricity generation from RES in the European Union (EU-27) from 1990 to 2007.

Kuvio 4. Sähköntuotannon kehitys EU-27 alueella 1990-2007. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, 1005.)

Suomelle asetetun tavoitteen mukaisesti olisi uusiutuvan energian osuus primäärienergian tuotannosta 38,5% vuonna 2020. Vuonna 2005 uusiutuvan energian osuus Suomen energiantuotannosta oli 28,5%. (Motiva 2013a.)

Uusiutuvilla tuotetun sähkön osuus sähkön kokonaiskulutuksesta



Kuvio 5. Uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetun sähkön osuus sähkön kokonaiskulutuksesta. (Motiva 2012.)

Vuonna 2010 kesäkuun loppuun mennessä kaikki Euroopan unionin jäsenmaat tekivät uusiutuvan energian kansallisen toimintasuunnitelman (NREAP), joka sisältää vuosien 2010-2020 arviot energiankulutuksesta sekä tavoitteita, kehitysnäkökulmia ja poliittisia tukitoimenpiteitä. Suunnitelmassa on myös arvioitu uusiutuvan energian osuudet sähköntuotannossa, liikenteessä, jäähdytyksessä ja lämmityksessä ja miltä ne tulisivat näyttämään tulevaisuudessa vuonna 2020. (Motiva 2013a.)

4.1 Uusiutuvan energian tuotanto ja käyttö Pohjoismaissa

Energiatuotannon monipuolistaminen ja uusiutuvien energialähteiden käyttö ovat pääkeinoja energiatarjonnan varmuuden turvaamisessa, fossiilisten polttoaineiden käytön rajoittamisessa ja ympäristönäkökohtien huomioonottamisessa. Pohjoismaat johtavat uusiutuvan energiatuotannon kehittämistä. Vuonna 2013 tehdyssä tutkimuksessa vertailtiin Pohjoismaiden välisiä eroja uusiutuvan energian tuotannossa. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, 497.)

Pohjoismaiden välillä on isoja eroja eri energialähteiden käytössä ja fossiilisten polttoaineiden riippuvuudesta. Kaikki Pohjoismaat ovat suuria energiankäyttäjiä johtuen kylmästä ilmastosta, energiaintensiivisestä teollisuudesta, pitkistä välimatkoista ja korkeasta elintasosta. Maiden energiaratkaisut ovat erilaisia. Ruotsi, Suomi ja Islanti ovat vielä paljon riippuvaisia fossiilisten polttoaineiden käytöstä kun taas Norja, joka on merkittävä öljyn ja kaasun viejä, käyttää vain vähän fossiilisia polttoaineita. Norjan sähköntuotannosta 96,6 % tuotettiin uusiutuvista energialähteistä, Islannissa luku oli 100 %. Tanskassa tuulivoiman hyödyntäminen on korkeimpia maailmassa. Maantieteellisen sijainnin takia aurinkoenergian hyödyntäminen on vähäistä. Vaikka Pohjoismaiden väestö edustaa vain vajaata prosenttia koko maailman väestöstä, ne ovat olleet merkittävimpiä uusiutuvan energian edistäjiä. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, 498.)

Kaikkien Pohjoismaiden yhteisenä tavoitteena on lisätä energiatuotannon omavaraisuutta ja vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista. Tällä pyritään parantamaan energiatuotannon varmuutta ja lisäämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä öljyn ja hiilen sijaan. Esimerkiksi Islanti on päässyt eroon muualta tuodun turpeen ja hiilen käytöstä ja tuottaa nykyään 85 % käyttämästään energiasta uusiutuvista energialähteistä. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, 500-501.)

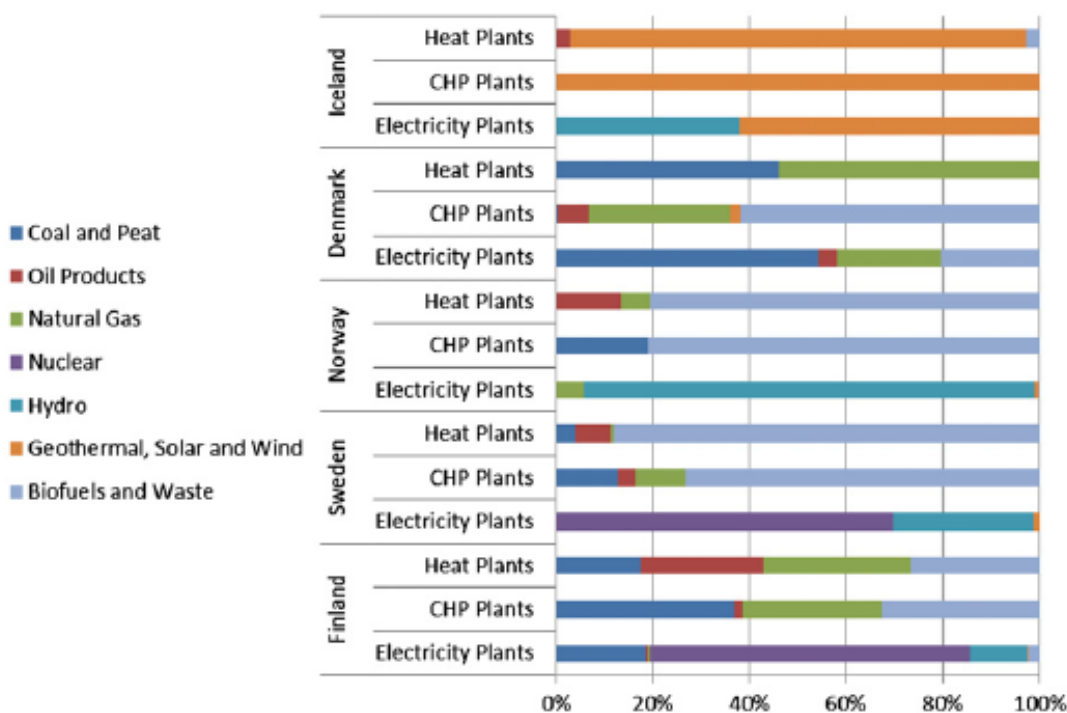


Fig. 3. Energy consumption mix for electricity and heat plants, 2009 [3,6].

Kuvio 6. Sähkö- ja lämmöntuotanto Pohjoismaissa vuonna 2009. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, 500.)

Kuvio X esittää uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön ja lämmön Pohjoismaissa. Suomessa ja Ruotsissa uusituvan energian tuotantoa on lisätty biomassan käytöllä. Kuviosta käy myös hyvin ilmi vesivoiman merkitys Norjalle, tuulivoiman merkitys Tanskalle ja maalämmön merkitys Islannille. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, 498.)

Uusiutuvan energian käytön lisäämisessä hallitusten tukitoimet ovat keskeisessä asemassa. Ne vaihtelevat eri Pohjoismaiden välillä, mutta niillä on kuitenkin joitakin yhteisiä keinoja tavoitteen saavuttamiseksi. Valtiot tukevat investointien ja tutkimusten rahoitusta. Energiaverotuksella ja erilaisilla tuilla pyritään ohjaamaan energiantuotantoa vähäpäästöisten energialähteiden käyttöön. Kuluttajien tietoisuutta ympäristöystävällisistä energiamuodoista pyritään lisäämään. Merkittävänä tukitoimena voidaan mainita myös syöttötariffijärjestelmä, joka on alunperin kehitetty Yhdysvalloissa ja myöhemmin otettu käyttöön lukuisissa maissa tukemaan uusiutuvan energian investointeja. Uusiutuvien energialähteiden ja –tekniikoiden monimuotoisuudesta johtuen tavoitteeseen voidaan päästä vain yhdistämällä useita eri tukimuotoja. (Renewable and Sustainable Energy Reviews 22, 502-504.)

4.2 Yleistä tuulivoimasta

Tuulivoimalla tarkoitetaan tuulen eli ilmavirtauksen liike-energia muuttamista tuuliturbiinien avulla sähköenergiaksi. Tuulivoimalalla taas tarkoitetaan koko tuulivoimalaitosta, joka koostuu roottorista, konehuoneesta, mastosta ja perustuksista. Kun samaan sähköverkkoon on kytkettynä toisiinsa liitettyjä samalla alueella sijaitsevia tuulivoimaloita, sitä kutsutaan tuulipuistoksi. Tuulipuistoissa turbiinit on yleensä sijoitettu niin, että ne ovat tarpeeksi kaukana toisistaan. Näin vältetään sitä, että turbiinit vaikuttaisivat toistensa tehoon. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014a.)

Tuulivoimaa kutsutaan teolliseksi, kun puhutaan tuulipuistosta tai voimalasta, joka tuottaa tuulesta sähköä myytäväksi. Teollisen tuulivoiman tuottamisen uskotaan

alkaneen Suomessa vuonna 1991. Tällöin Korsnäsiin perustettiin tuulipuisto, joka oli kooltaan 4 x 200 kW. Vuonna 2013 tuulivoimalla saatiin katettua sähkönkulutuksesta jopa 0,9%, ja teollista tuulivoimaa oli Suomessa saman vuoden lopulla 448 MW. (Suomen Tuuliyhdistys ry 2014f.)

Pientuulivoimalat ovat nimensä mukaan pienempiä sekä niin tehonsa että kokonsa suhteen verrattuna teollisiin tuulivoimaloihin. Pientuulivoimaloita voidaan hyödyntää mm. maataloudessa, vapaa-ajan asunnoissa, purjeveneissä sekä laitoksissa.

Pientuulivoimaloita on myös mahdollista rakentaa alueelle, joka ei kuulu sähköverkon piiriin. Tuulivoimalla voidaan mm. lisätä energiaomavaraisuutta ja pienentää sähkölaskua. Pientuulivoima sopii täydellisesti esim. ekologiseen talouteen, koska se on hyvä vaihtoehto energiataloudellisuuden ja ympäristön kannalta (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014i.)

Suomessa pientuulivoima soveltuu loistavasti mm. rakennusten lämmittämiseen, veden lämmittämiseen ja omakotitalon sähköntuotantoon. Pientuulivoimalaksi lasketaan voimala, jonka laitteistoa on teholtaan alle 50 kW ja pinta-alaltaan alle 200 m². (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014i.)

Tuulivoimaa on käytetty jo hyvin kauan, ja sitä voidaan tulevaisuudessa käyttää loputtomiin, koska se on loppumaton energianlähde. Tuulivoima ja sen hyödyntäminen alkoi kiinnostaa ihmisiä 1970-luvulla, kun öljykriisi iski. Tuulivoima on aikojen kuluessa käynyt läpi ison muutoksen, ja se sai hyvän pohjan kehittyä omana energiamuotonaan. Kehityksen kautta tuulivoimasta on muodostunut päästötön, uusiutuva ja vakaahintainen energiamuoto, joka tuo lisää kilpailua sähköntuottajien markkinoille. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014b.)

Tuulivoimalat ovat ympäristöystävällisiä myös materiaalien suhteen, koska niiden osista voidaan kierrättää suurin osa. Tällä hetkellä lavat/roottorit ovat ainoa osa, joka ei ole kierrätettävä. Nykypäivänä tuulivoimaa on myös helppo käyttää energiamuotona, koska tuulivoimalat ja -puistot ovat levittäytyneet ympäri maailmaa. Saatavilla olevista tuulienergiavaroista on potentiaalista hyödyntää tuulienergiaa yli nelikymmenkertainen

määrä koko maailman sähkönkulutustarpeisiin nähden. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014b.)

Tuulisähköä on mahdollista ostaa vaikka toiselta puolelta maata, jos oma sähkölaitoksesi ei tarjoa sitä. Tuulisähköä täytyy kuitenkin ostaa erikseen. Tuulisähköä tarjoavia yrityksiä Suomessa ovat mm. Vattenfall Oy, Tunturituuli Oy, Ekosähkö Oy, Vakka-Suomen Voima Oy, Keravan energia Oy, Suomen Hyötytuuli Oy, Kotkan energia, Rauman Energia Oy, Haminan energia ja Lumituuli Oy. (Suomen Tuuliyhdistys ry 2014j.)

Tuulivoiman iso valttikortti ilmastonmuutosta ajatellen on se, että sen avulla tuotettava sähkö ei synnytä ollenkaan kasvihuonekaasuja. Suurin osa Suomen sähköstä tuotetaan maakaasulla, ydin- ja vesivoimalla. Tulevaisuudessa Suomeen on nousemassa suuri määrä tuulivoimaloita ja tuulipuistoja. Näin ollen tuulivoimalla voitaisiin tulevaisuudessa tuottaa paljon suurempi osa Suomen sähköstä. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014d.)

Yritykset ovat osallistuneet ilmastotalkoisiin ottamalla käyttöön tuulisähkön. Tänä vuonna mm. HKL alkoi vesivoiman lisäksi käyttää tuulivoimalla tuotettua sähköä, jonka myös toimittaa Helsingin energia. Tämän seurauksena 50% HKL:n sähköstä tuotetaan nyt vesivoimalla ja 50% tuulivoimalla. (HKL 2014.)

4.2.1 Historia

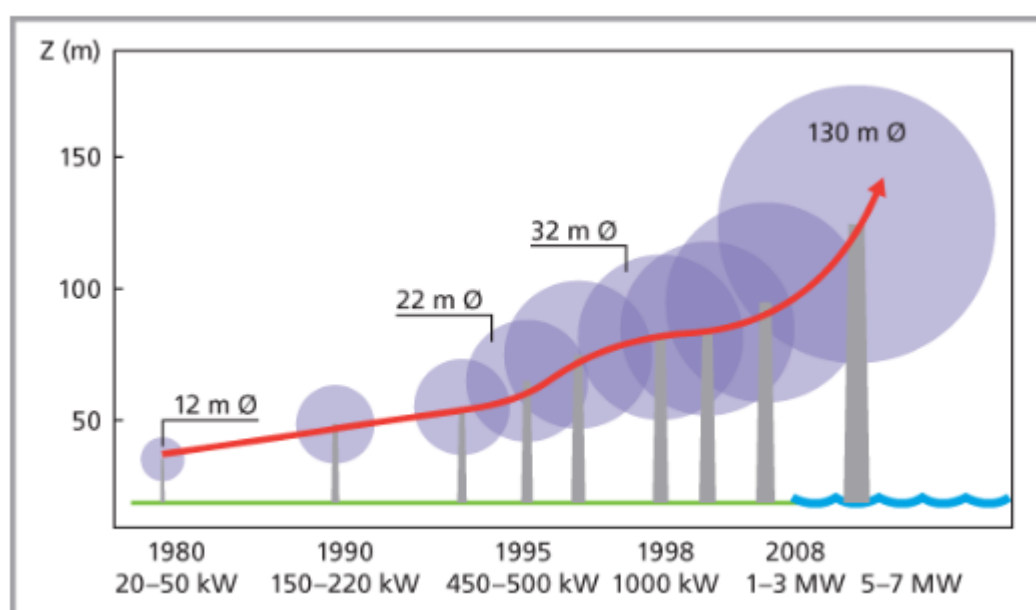
Suomessa ensimmäinen maininta tuulimyllyistä löytyy vuodelta 1463 Turun lähistöltä. Keskeisimmäksi alueeksi tuulimyllyille muodostui Etelä-Pohjanmaa. 1800-luvulla tuulimyllyjä alettiin rakentaa Itä-Suomeen. 1930-luvulla rakennettiin Suomeen viimeiset tuulimyllyt. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014c.)

1890-luvulla tuulivoimalla alettiin tuottaa sähköä Tanskassa, ja kehitystyö tapahtui Saksassa. Ensimmäinen tuulivoimayhdistys ”Dansk Vind Elehtricitets Selskab” perustettiin Tanskaan 1904. 1900-luvulla tuulivoimaloiden määrä alkoi lisääntyä ympäri

maailmaa. Pohjoismaissa, myös Suomessa, oli käytössä 1950-luvulle asti erilaisia amerikkalaisia tuulivoimaloita. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014c.)

4.2.2 Tuulivoimalan rakenne ja asennus

Tuulivoimalat voidaan jakaa kahdentyyppisiin: vaaka- ja pysty akselinen voimala. Vaaka- akselisessa tuulivoimalassa (eng. HAWT, Horizontal Axis Wind Turbine) on perinteinen potkuri. Kun tuulee, lavoissa syntyy aerodynaamista voimaa, joka saa potkurin pyörimään. Hyötysuhteeltaan tämä potkurirakenne on paras toteutustapa tuulivoimaloita rakentaessa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 59.)



Kuvio 7. Tuulivoimaloiden koon ja tehon kehitys 1980-luvulta lähtien. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014k.)

Mitä enemmän tuulee, sitä tehokkaammin voimala toimii. Tuulivoiman toimintateho voidaan laskea kaavalla “ $P = \frac{1}{2} \rho C_P A V^3$ ”, jossa ρ tarkoittaa ilman tiheyttä (kg/m^3), C_P tarkoittaa tehokerrointa, R tarkoittaa lavan pituutta (m), A tarkoittaa pyyhkäisy pinta (R^2) ja V tarkoittaa tuulen nopeutta (m/s). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 60.)

Kaavasta voi nähdä, että voimalan teho moninkertaistuu, jos tuulen nopeudessa tapahtuu pienikin muutos. Tuotetun energian määrä kasvaa myös sitä mukaa, mitä isommalla pinta-alalla tuulesta tuotetaan energiaa. Jos esim. tuulen määrä kaksinkertaistuu, myös tuulesta saatu energiamäärä kaksinkertaistuu samalla. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 61-62.)

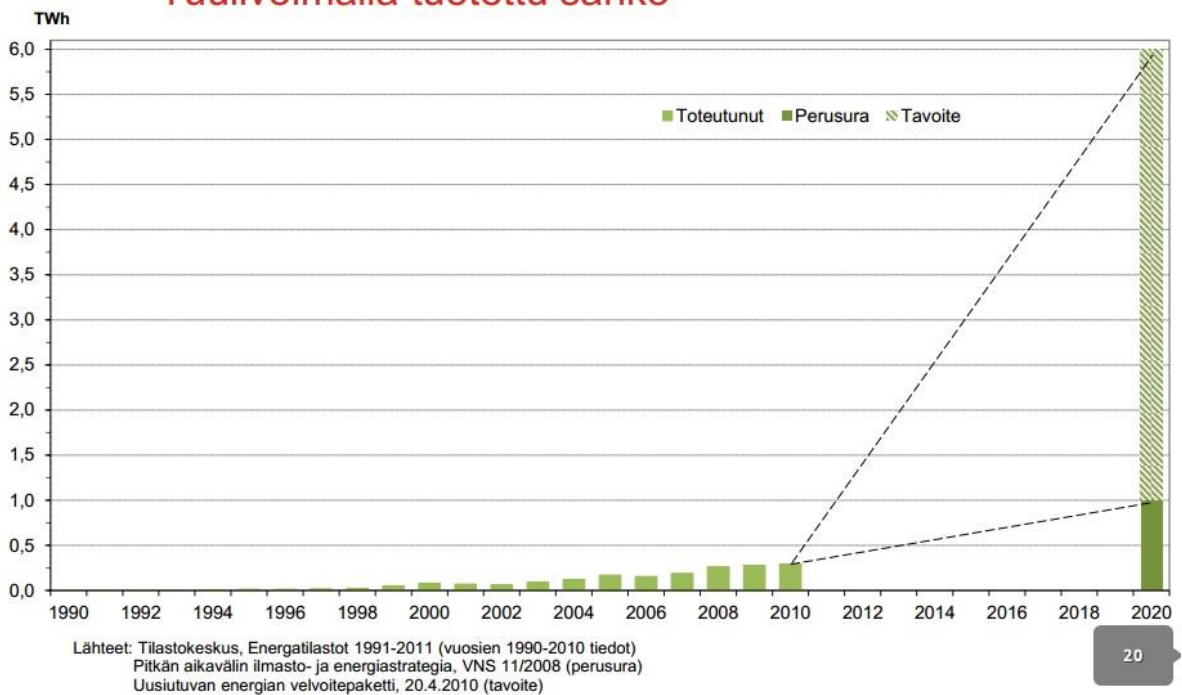
Tuulivoimaloiden asennuksessa sijoituspaikka tulee huomioida tarkasti. Paras paikka voimalalle on sellainen, jossa tuuli puhaltaa tasaisesti ilman esteitä. Tällaisia ovat mm. rannikkoalueet ja kukkuloiden huiput. Esteitä puhaltavalle tuulle ovat mm. rakennukset ja puut, jotka aiheuttavat tuuleen pyörteisyyttä. Tuulen teho heikkenee pyörteisyyden vaikutuksesta, ja epätasainen tuuli voi pahimmassa tapauksessa lyhentää voimalan käyttöikä. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 62.)

4.2.3 Kustannukset ja sähkön tuotto

Tuulivoimasta ei aiheudu mittavia polttoainekustannuksia, eivätkä muutkaan ylläpitokustannukset ole suuria. Euroopan komissio on teettänyt selvityksen siitä, kuinka paljon ulkoisia kustannuksia eli ympäristölle ja yhteiskunnalle aiheutuvia kuluja tuulivoimasta syntyy. Tuloksista kävi ilmi, että tuulivoimasta syntyvät ulkoiset kustannukset ovat pienimmät muihin energiamuotoihin verrattuna. Korkeita kustannuksia tuulivoimaloihin voi muodostua huolloista. Tämän vuoksi huoltojen toteutukseen ja huoltoväliin tulee kiinnittää huomiota. Jos huolto tapahtuu nosturiautolla, voivat siitä pyydytyt kustannukset vastata jopa voimalan kahden vuoden tuottoa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 63.)

Tuulivoimasta saatavaa tuottoa kuvataan tuottokäyrän avulla, joka kertoo kuinka paljon voimala voi tuottaa sähköä tietyllä tuulennopeudella. Käyrässä kannattaa huomioida tuotto yleisimmillä tuulennopeuksilla. Tuulivoimalan myyntihinta määräytyy nimellistehon perusteella, joka voidaan ilmoittaa joko matalan tai korkean tuulennopeuden mukaan tuottokäyrällä. On tärkeää varmistaa nimellistehon todenperäisyys. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 63.)

Tuulivoimalla tuotettu sähkö



Kuvio 8. Tuulivoimalla tuotettu sähkö 1990-2010. (Motiva 2012.)

Tuulivoimasta saadaan eniten tuottoa hyvin tuulisella ilmalla. Alueet, joilla tuulee parhaiten ovat mm. rannikot, merialueet, mäet, vuorten rinteet ja laet. Näillä alueilla tuulee keskimäärin 5,5-7,5 m/s. Tuulivoimala tarvitsee 3 m/s vahvuista tuulta käynnistyäkseen, ja voimala saavuttaa nimellistehonsa tuulen voimakkuudella 10-13 m/s. Kun tuulivoimala on saavuttanut käyttöikänsä lopun eli se on 20-30 vuotta vanha, sille voidaan tehdä joko peruskorjaus tai se voidaan vaihtaa kokonaan uuteen voimalaan. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 63.)

4.3 Tuulivoimaprojektien rakentaminen

4.3.1 Tuulivoiman potentiaali Suomessa

Koko maailmassa on niin paljon hyödynnettävää tuulienergiaa, että tuulienergiapotentiaalia olisi yli kymmenkertainen määrä verrattuna koko maailman sähkönkulutukseen. Tällä hetkellä suurin potentiaalinen sijainti tuulivoimaenergialle Euroopassa on Brittien saaret. Siellä tuulten keskinopeudet ovat hyvin suuria, ja sopivia alueita tuulivoimalaitoksille löytyy paljon. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014e.)

Tuulivoimalle on Suomessa tarjolla hyvät markkinat. Tuulivoiman etuja ovat mm. ympäristöystävällisyys ja työllisyys. Tuulivoima ei aiheuta ilmastolle hiilidioksidi (CO₂), eikä muita päästöjä maaperään, ilmaan tai veteen. Tuulivoimalan osat voidaan myös

kierrättää, jolloin niistä ei aiheudu mitään jätettä ympäristölle. Lisäämällä tuulivoimaa Suomeen saadaan myös lisää kilpailua ja kapasiteettia sähkömarkkinoille, mikä voi alentaa sähkön hintaa ja lisätä sähköntuotannon omavaraisuutta. (Taaleritehdas Oyj 2010, Dia 3.)

Euroopan ilmastopakettien mukaan Suomen tulisi myös lisätä uusiutuvan energian osuutta sähköntuotannossa 38 prosenttiin. Vuonna 2008 tämä osuus oli 28,5%. Tuulivoima on yksi vaikuttavimmista keinoista Suomessa, ja sen avulla on hyvin mahdollista saavuttaa annetut tavoitteet uusiutuvan energian osalta vuoteen 2020 mennessä. (Taaleritehdas Oyj 2010, Dia 5.)

Tuuliolot ovat Suomessa melko hyvät tuulivoiman tuottamiseen. Noin 100 metrin korkeudessa tuulen jokavuotinen keskinopeus vaihtelee välillä 8,5 - 10 m/s. Saaristossa keskinopeus on 7,5 - 9,5 m/s, mäkialueilla sisämaassa 6,5 - 7,5 m/s ja Lapin tuntureilla 6,5 - 8 m/s. Mitä ylemmäs siis mennään, sitä kovempaa tuuli puhaltaa. Suomessa suurin osa tuulista tulee lounaasta (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014e.)

Vuonna 2009 valmistui Tuuliatlas nettisivusto, joka muodostaa Suomen tuulista tuulikartastoa. Tästä on apua, kun tehdään arvioita tuulen tuottamasta sähkönmäärästä. Kartastoon kerätään myös tietoja eri vuosien ja kuukausien tuulioloista. Pohjana kartastolle toimii numeerinen säämalli. Vertailua voidaan tehdä esim. koko Suomen osalta tai rajata tarkasteluun jonkin tietty alue. (Suomen Tuuliatlas 2014.)

Tieto tuulista on Tuuliatlaksessa kuukausittaista, tuulet jaetaan siinä kolmeen eri teholuokkaan (1, 3 ja 5 MW). Tuuliatlaksen data tuulitiedoista kattaa jopa 50 viimeisintä vuotta, niin kuukausi- kuin vuositasolla. Tuulitiedot voivat vuoden sisällä muuttua hyvinkin radikaalisti. Lisäksi tuulista kerättyyn dataan vaikuttavat kasvava ilmastonmuutos ja rakennettavan tuulivoiman lisääntyminen eri alueille. Tuuliatlas käyttää tuulitietojensa keräämiseen erilaisia mallinnuksia. (Suomen tuuliatlas 2014d.)

Tuuliatlas käyttää erilaisia säämalleja, joiden avulla saadaan luotua erilaisia tuulikartastoja. Mallit hyödyntävät tietoa mm. ilmanpaineesta, tuulesta, lämpötilasta,

kosteudesta, pilvistä, sateista ja auringonpaisteesta. Näiden tietojen avulla voidaan luoda säämalli, jonka kautta tehdään arvioita säätilasta. (Suomen Tuuliatlas 2014f.)

Ohjelmisto myös hyödyntää lähtötietonaan kohdealueen lähellä sijaitsevan sääasemalla tehtyjä tuulimittauksia. Ensin täytyy kuitenkin varmistaa, että ilmasto kohdealueella on samanlainen kuin sääasemalla. Poikkeuksia voi esiintyä, vaikka kohde ja sääasema olisivatkin lähellä toisiaan. Euroopan ja Suomen Tuuliatlas käyttävät molemmat hyödykseen WAsP-mallia. (Suomen Tuuliatlas 2014e.)

4.3.2 Lupakäytäntö

Ennen kuin tuulivoimalaa tai -puistoa voidaan rakentaa, täytyy ottaa selvää rakentamista koskevista säännöksistä ja tuulivoimaa koskevista lakipykälistä.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) varmistaa sen ettei suunniteltu projekti tule aiheuttamaan merkittäviä ympäristöhaittoja. Menettelyllä annetaan myös kansalaisille mahdollisuus vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. Tuulivoimahankkeessa sovelletaan aina YVA-lain mukaista menettelyä, kun yksittäisten laitosten lukumäärä on vähintään 10 tai kokonaisteho vähintään 30 MW. Laki on ollut voimassa 1.6.2011 alkaen. Menettelyä voidaan soveltaa myös pienempiin hankkeisiin, joiden ympäristövaikutukset näyttävät merkittäviltä. (Tuulivoimaopas 2014f.)

Muuhun rakentamiseen soveltuvat säännökset pätevät suurelta osin myös tuulivoimarakentamiseen. Rakentamista ei saa aloittaa ennen kuin rakennus- ja toimenpidelupa on myönnetty. Maankäyttö- ja rakennuslaissa tapahtui tuulivoiman rakentamiselle edullinen muutos 1.4.2011. Muutos mahdollistaa yleiskaavan käyttämisen useammin tuulivoimarakentamisen suunnittelussa. Rakennusalueen kartoituksessa pitää myös huomioida mm. ympäristön ominaisuudet, asutus, puolustusvoimat ja lentoliikenne. Tuulivoimalan rakentaminen voi edellyttää tiettyjen lupien hankkimista, kuten lento-, vesi- ja erilaisia ympäristölupia. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 87-88.)

Ideaalisin tilanne olisi saada voimala rakennettua mahdollisimman kauas asutusalueesta, jolloin ympäristölupa ei olisi tarpeen. Normaalisti voimalan rakentaminen vaatii kaava-alueella ainakin toimenpide- ja rakennusluvan toteutuakseen. Kyseisiin lupahakemuksiin tulee myös liittää julkisivupiirros, asemapiirustus tai karttaote, jossa näkyy, mikä on voimalan sijoituspaikka. Kaava-alueen ulkopuolella vaaditaan yleensä vain toimenpidelupa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 88.)

Rakennuslupa kannattaa hakea, koska sen avulla voidaan varmistaa se, ettei voimalaa pureta myöhemmin vedoten esim. ympäristövaikutuksiin. Jos kyseessä on pientuulivoimala, se voidaan rakentaa lähemmäs asutusta, koska siitä aiheutuvat ääni- ja välkevaikutukset ovat paljon vähäisempiä. Investointipäätöstä voimaloihin ei kannata tehdä ennen kuin lupa on myönnetty. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 88.)

4.3.3 Tuulivoiman haasteet

Huollot muodostavat ison haasteen tuulivoimaloille, koska ne ovat kovin kalliita. Sääolosuhteilla on iso vaikutus tuulivoiman tuottoon: jos ei tuule tai tuuli on hyvin vähäistä, voimala ei pysty tuottamaan tuulisähköä. Voimalat tulee myös sijoittaa harkitusti, koska erilaisilla maa- ja merialueilla tuulennopeus voi vaihdella hyvinkin suuresti. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 64.)

Lupakäytännöt voivat koitua haasteeksi tuulivoiman rakentamiselle. Mitä herkempi alue ja mitä suurempi muutos on kyseessä, sitä tarkempia selvityksiä vaaditaan. Selvityksillä varmistetaan se, että suunniteltu tuulivoimala tai -puisto voidaan toteuttaa ympäristöystävällisesti. Hankkeen ja alueen täytyy vastata kaikkia normeja, määräyksiä ja odotuksia. (Tuulivoimaopas 2014b.)

Tuulivoiman riskeistä onnettomuusriskit ovat sellaisia, joihin ei yleensä kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Yhtenä huomioitavana riskinä on lentävä ja tippuva jää voimaloista, jonka seurauksena tieonnettomuudet voivat lisääntyä, jos voimala sijaitsee esim. lähellä teitä. (Suupohjan Sanomat 2014.)

Tuuliturbiinit aiheuttavat ympäristöön melua, joka syntyy siiven pyörimisestä. Melun taso riippuu myös pyörimisnopeudesta. Lavat aiheuttavat aerodynaamista melua, joka aiheutuu äänen heijastumisesta ja siitä että tuulivoimalan lapa ohittaa maston siiven. Melu vaihtelee myös tapauskohtaisesti, minkä vuoksi mahdollisesti syntyvät äänet arvioidaan etukäteen. Samalla alueella sijoittuvien tuulivoimaloiden määrä, vaikuttaa myös melun määrään. Kasvillisuus ja maasto toimivat äänenvaimentimina. (Tuulivoimaopas 2014c.)

Voimalat ovat joillakin asutusalueilla saaneet negatiivista palautetta melun vuoksi. Jos voimala sijaitsee esim. puolen kilometrin päässä asukkaan talosta, sen sanotaan synnyttävän melua, jota voisi verrata lähestyvään lentokoneeseen. Työ- ja elinkeinoministeriö eli TEM on käynyt kiivasta keskustelua Ympäristöministeriön kanssa siitä, mikä olisi hyväksyttävä desibeliraja esim. yöaikana. (Helsingin Sanomat 2014a.)

18.11.2014 lähti lausuntokierrokselle valtioneuvoston tuulivoima melua koskeva asetuseräluonnos. Sen mukaan ulkomelutaso saisi olla päivällä vain 45 desibeliä ja yöllä 40 desibeliä pysyvän ja vapaa-ajan asutuksen lähellä. (Rakennuslehti 2014, 4)

Merituulivoimaloiden kohdalla tulee ottaa huomioon vedenalaiset vaikutukset. Merenpohjaan vaikuttavat mm. ruoppaus, perusteiden rakentaminen ja sähkökaapeliin asentaminen. Perustan ja pohjan laatu tekevät vedenalaisista vaikutuksista hyvin alueellisia. Myös eläimet ja niiden elinympäristö tuovat haasteita merituulivoimaloille. Tuulivoiman rakentaminen merialueille voi häiritä kalastusta ja rajoittaa erilaisilla kulkuvälineillä liikkumista alueella. (Tuulivoimaopas 2014d.)

Tuulivoimapuistot aiheuttavat ongelmia erilaisille tutkille, joita käyttävät mm. merenkulkuviranomaiset, merivartiosto, puolustusvoimat, havaintomastot ja -laitteistot sekä säätutkat. Tuulivoimapuistot saattavat häiritä radioaaltojen kautta tapahtuvaa kommunikointia. (Tuulivoimaopas 2014e.)

Tuulivoimaloiden vaikutukset tutkiin tulee selvittää ajoissa, jotta pystytään minimoimaan mahdolliset ongelmat ja ylimääräiset kustannukset. Suomen puolustusvoimien vaatimukset tuulivoimaloiden sijoittumisen suhteen täytyy ottaa

huolellisesti huomioon. Tuulivoimaloiden mahdollisesti aiheuttama haitta kohdistuu mm. ilma- ja merivantontatutuksiin sekä joukkojen koulutukseen tarkoitettuihin järjestelmiin. Jos tutkaselvitystä tarvitaan, se voidaan hakea Puolustusvoimilta ja VVT:ltä (Valtion teknillinen tutkimuslaitos). (Tuulivoimaopas 2014e.)

Tammikuussa 2014 Kauppalehti uutisoi, että puolustusvoimat ja tuulivoimayhtiöt Itä-Suomessa ovat riitaantuneet keskenään. Riidan aiheena oli armeijan tutkavalvonta ja sen häiriintyminen. Puolustusvoimat vaatii Kymenlaaksossa tutkakorvausta 500 000 euroa/tuulivoimaturbiini. Armeija on kuitenkin ollut 89-prosenttisesti tyytyväinen tuulivoimaloiden ehdotettuihin sijoituspaikoihin. Eli vain 11 prosenttia suunnitelmista on sijainnut haitta-alueilla. (Kauppalehti 2014a, 11.)

Puolustusvoimat painottaa, että tutkien toiminta takaa Suomelle turvallisuutta ja valvontaa. Riitaa aiheutti myös se, että puolustusvoimat ilmoitti vasta tuulivoimakaavoituksen loppupuolella tyytymättömyytensä voimaloiden sijoituspaikkoihin. TuuliSaimaan toimitusjohtaja Petteri Laaksonen totesi, että miljoonia olisi voitu säästää, jos armeija olisi kertonut kantansa jo aikaisemmin. Timo Junttila puolustusministeriön suunnitteluyksiköstä puolustaa armeijaa: puolustusvoimille ei ilmeisesti ollut selvää, mitkä tuulivoimahankkeista toteutuvat. (Kauppalehti 2014a, 11.)

Vuoden 2014 aikana tuulivoimaan kohdistunut kritiikki on hieman lisääntynyt. Tuulivoimayhdistyksen teetti kesällä 2014 taloustutkimuksen neljällä paikkakunnalla, jonka avulla selvitettiin asukkaiden tyytyväisyyttä voimaloihin. Tutkimuksesta kävi ilmi, että myönteisyys on laskenut vuoden 2013 86 prosentista 81 prosenttiin. Suurin osa asukkaista on kuitenkin sitä mieltä, ettei voimaloista ole aiheutunut suurta häiriötä. Haastatelluista asukkaista vain puolet kannattaisi lisätuulivoiman rakentamista omaan kuntaansa. Kuntalaiset perustelivat kantansa imago ja taloudellisilla syillä. (Yle 2014.)

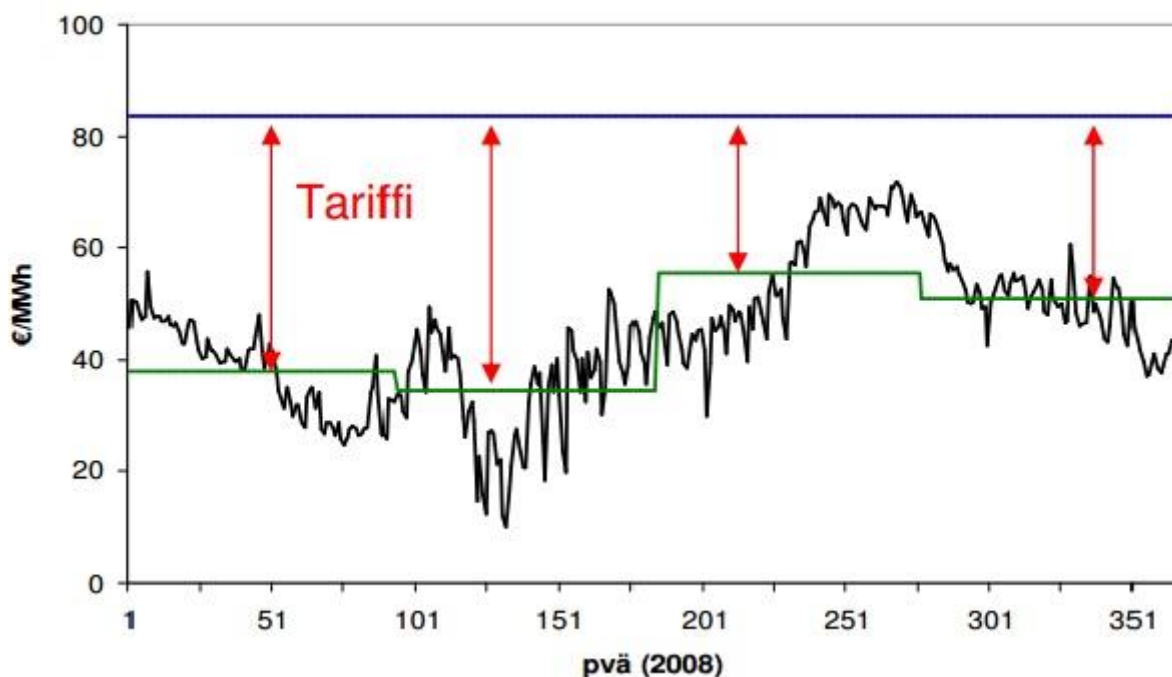
4.3.4 Syöttötariffijärjestelmä

Koska tuulivoima on melko uusi sähköntuotannon muoto, se ei vielä yllä kilpailukyvyltään muun tuotetun sähkön tasolle. Tuulivoimahankkeet ovatkin saaneet

avustusta investointien muodossa Työ- ja elinkeinoministeriöltä (TEM). Tuulivoiman kehittymiselle tarjosi vuonna 2011 voimaan astunut laki, jonka seurauksena syntyi syöttötariffijärjestelmä. Euroopassa järjestelmää käytetään eri muodoissa. (Tuulivoimaopas 2014.)

Tämän järjestelmän avulla tuulivoimalla tuotettu sähkö saa takuuhinnan, joka on voimassa vain tietyn ajan. Sähköstä maksetaan sen tuottajalle markkinahinnan ja takuuhinnan välinen erotus, jos sähkön markkinahinta jää alle takuuhinnan.

Tuulisähköstä maksetaan Suomessa takuuhintana 83,50 euroa megawattitunnilta ja korotettua takuuhintaa 105,30 euroa voi saada vuoden 2015 loppuun. (Tuulivoimaopas 2014a; Tekniikka & Talous 2014a, 12.)



Kuvio 9. Syöttötariffimalli. (Motiva 2010.)

Vuoden 2014 kolmannella neljänneksellä syöttötariffi oli arvoltaan 67,47 EUR/MWh. Suomessa on 43 tuulivoimalaa, jotka on hyväksytty syöttötariffiin. Suomessa tuulivoiman syöttötariffijärjestelmää hallinnoi Energiamarkkinavirasto, jolle voi lähettää hakemuksen järjestelmään pääsemiseksi. Uudet voimalat ovan yleensä poikkeuksetta mukana tariffijärjestelmässä. (Tuulivoimaopas 2014a; Tekniikka & Talous 2014a, 12.)

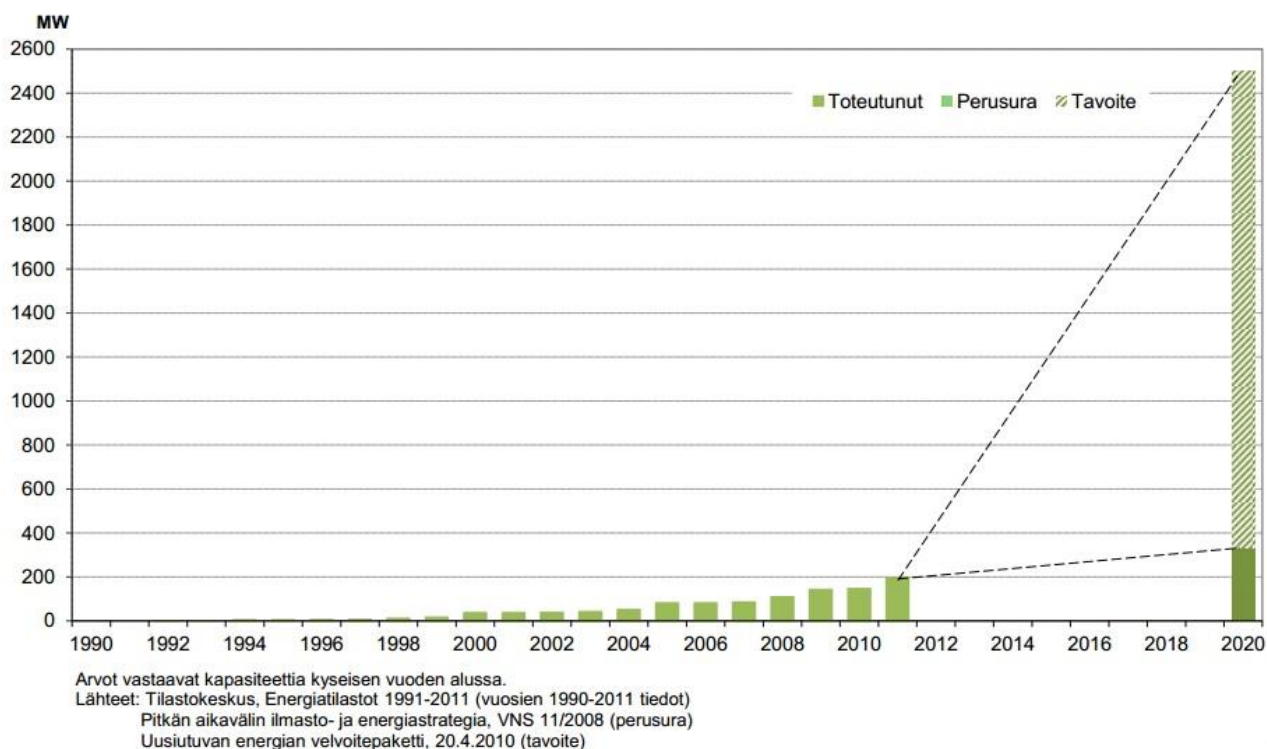
4.3.5 Tuulivoimahankkeita ja –laitoksia Suomessa

Suomeen on suunnitteilla suuri määrä uusia tuulivoimaprojekteja. Mukana on myös ulkomaisia tuulivoimayhtiöitä, jotka haluavat hyödyntää Suomen käyttämätöntä tuulivoimapotentiaalia.

Tuulivoimahankkeita oli ilmoitettu noin 11 000 MW verran elokuun 2013 loppuun mennessä. Merialueille tehdyt suunnitelmat ovat kooltaan 3 000 megawattia. Hankkeet sijoittuvat pääasiassa rannikkoalueelle, koska niillä alueilla tuuli on kaikista voimakkainta. (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014h.)

Hankkeista suurin osa sijoittuu rannikolle voimakkaampien tuulien takia. Kainuuseen, neljän eri kunnan alueelle on tällä hetkellä suunnitteilla Suomen mittavin tuulivoimainvestointi alue (yhteensä jopa 127 voimalaa). Haukiputaalle on suunnitteilla Suomen suurin merituulihanke, jonka tehoksi on arvioitu 400-650 MW. (Tekniikka & Talous 2014a, 12-13.)

Tuulivoimakapasiteetti, MW



Kuvio 10. Tuulivoiman tehokapasiteetti/vuosi, MW. (Motiva 2012.)

Luhankaan on rakenteilla Keski-Suomen ensimmäinen tuulivoimapuisto, johon valmistuu 6 voimalaa vuoden 2014 loppuun mennessä. Suurin rakenteilla oleva tuulipuisto (22 voimalaa, joiden teho tulee olemaan yhteensä 72,6 MW) sijaitsee Itä-Suomessa, Kalajoella. (Tekniikka & Talous 2014a, 12-13.)

Toistaiseksi suurin toimiva tuulipuisto (yhteensä 11 voimalaa) sijaitsee Ajoksessa, Kemissä. Porissa. Peittoolla sijaitsee tällä hetkellä Suomen tehokkain voimala, ja korkein taas sijaitsee Kopsassa, Raahessa. Suomessa oli vuoden 2013 lopussa 211 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu teho oli 448 megawattia (MW). Tuulivoimaloita oli Suomessa vuoden 2012 lopussa 163 ja vuoden 2011 lopussa niitä oli 130. (Tekniikka & Talous 2014a, 12-13; Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014g.)

Metsähallitus on ollut vuodesta 2009 asti aktiivisesti mukana tuulivoimahankkeissa. Ennen hankkeiden aloitusta kartoitettiin tuulivoimantuotantoon sopivia valtion alueita. Valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. tuulisuus, sähköverkon läheisyys, tieverkostot ja asutuksen läheisyys. Tämän jälkeen valitulla alueella tehdään tuulimittaukset, suunnitellaan voimaloiden, sähköliittymien ja teiden sijoittelu sekä alueen kaavoitus. Metsähallitus on mukana Suomen tuulivoimaprojekteissa maa-alueilla, jotka sijaitsevat Pohjois- ja Itä-Suomessa ja joita se myy yhteistyökumppaneille. Lisäksi Metsähallitus toimii ”yhteyshenkilönä” paikallisten tuulivoimatuottajien ja toimijoiden välillä. (Metsä.fi, 6.)

Taaleritehdas Oyj on suomalainen pörssiin listautunut sijoitusyhtiö, joka on yksi merkittävistä Suomen tuulivoimarakentajista. Tuulivoimahankkeisiin voi sijoittaa Taaleritehtaan rahastojen kautta. Ensimmäinen niistä on nimeltään Tuulitehdas I Ky. (Taaleritehdas 2014b.) Myöhemmin Taaleritehdas julkist uuden tuulivoima rahaston Tuulitehdas II Ky.

Taaleritehdas uutisoi alkusyksystä uudesta tuulivoimahankkeesta, jonka arvo on noin 350 miljoonaa euroa. Hankkeet myytiin Taaleritehtaan omistamalle Tuulitehdas II Ky:lle, ja ne tullaan toteuttamaan yhdessä Loiste Energia Oy:n kanssa sen perustetulle yhteisyritykselle nimeltään Metsähallitus Laatumaa. Tällä hetkellä Taaleritehtaalla on

myös Iihin rakenteilla 27 tuulivoimalaa, jotka muodostavat Suomen suurimman tuulipuiston. (Taaleritehdas 2014c.)

Yhteishankkeen myötä tuulivoimaloita tullaan rakentamaan Hyrynsalmelle, Pudasjärvelle ja Suomussalmelle. Uuden hankkeen myötä voimaloita on tarkoitus rakentaa yhteensä 64. Hankkeilla on mahdollista työllistää tulevaisuudessa voimaloiden elinkaaren aikana jopa 2200 henkilötyövuoden verran työntekijöitä. Hankealueille on jo tehty ympäristövaikutusten arviointi eli YVA, ja yleiskaavat on myös laadittu. (Taaleritehdas 2014c.)

Tamiir Fareed, joka on Taaleritehtaan tuulivoimasta vastaava johtaja, on sitä mieltä, että tuulivoimaan kannattaa nyt sijoittaa, koska sillä on hyvät tuotto-odotukset ja matala riskitaso. Taaleritehtaan rahastoihin investoivat voivat samalla myös tukea kotimaista sijoittamista. (Energia Uutiset 2013b.)

4.4 Tuulivoimaan sijoittaminen

Edellä esitellyn Taaleritehtaan lisäksi sijoittaja voi investoida tuulivoimaan usean muunkin yrityksen kautta. Sijoittaja voi sijoittaa korkeariskiseen uusiutuvaan energiaan ostamalla tuulivoimaa tuottavien yritysten osakkeita. Vaikka arvopapereihin investoiminen sisältää suuria riskejä, valtioiden tukijärjestelmät antavat vakaata pohjaa tuulivoimalle. Jos sijoittaja haluaa investoida pilottuulivoimaan, Helsingin pörssistä löytyy paljon yhtiöitä, joille tuulivoima on vain osa kokonaisbisnestä. (Talouselämä 2010.) Myöskin pörsiin listautumattomat yritykset saattavat kerätä pääomaa sijoittajilta.

Tuulivoima tarjoaa sijoittajalle hyvää tuottoa alhaisella riskillä. Sijoittajan kannattaa silti ottaa tarkkaan selvää, mihin tuulivoimahankkeisiin ja toimintaan sijoittaa. Alhainen riskitaso tuulivoimantuotannossa koskee mm. pohjoismaisia toimijoita. Tuulivoima tarjoaa korkeampaa tuottoa verrattuna esim. kiinteistöihin ja korkopapereihin tehtyihin sijoituksiin. Suurimpia sijoituksia tuulivoimaan tehdään sijoitusyhtiöiden, eläkerahastojen ja vakuutusyhtiöiden kautta. (OX2 2014.)

Yksi suomalaisista tuulivoimayrityksistä on Smart Windpower Oy. Yhtiö rakennuttaa, kehittää, tuottaa ja omistaa eettistä tuulivoimaenergiaa. Firmalla on tuulivoimaa Suomen rannikkoalueilla ja sisämaassa. Smart Windpower Oy:llä on pitkälle tulevaisuuteen ulottuvia kasvutavoitteita, jotka perustuvat mm. tarkkaan valittuihin voimaloiden sijoituspaikkoihin. (Smartwind 2014a.)

Sijoittajan on mahdollista investoida Smart Windpower Oy yhtiöön joko oman tai vieraan pääoman eli osakkeiden tai velkakirjojen muodossa. Yritys kuvailee tuulivoiman sopivan investoijille, jotka haluavat torjua ilmastonmuutosta, vaurastua, saada tasaista tuottoa sijoittamalleen pääomalle suhdanteista riippumatta ja pienentää riskiä sijoitussalkkunaan. (Smartwind 2014b.)

LähiTapiola on myös mukana tuulivoimabisneksessä, niin omistajana kuin vakuuttajana. Yrityksen kokonaistavoitteena on sijoittaa 100 miljoonaa euroa tuulipuistoihin koko Suomessa. Lisäksi LähiTapiola etsii jatkuvasti lisää rahaston sijoittajia ja uusia yhtiökumppaneita. LähiTapiolan tuulipuistot ovat loistava lisä institutionaalisen sijoittajan salkkuun, koska tuulivoimaan investoiminen on pitkä prosessi, jonka tuotto on tasaista. (Sijoitustalous.fi 2013.)

Suomessa on myös tuulipuistokehitysyhtiö SG-Power Oy, joka markkinoi ja kehittää uudenlaisia tuuliturbiineja ja -puistoja sekä energiayrityksille, maanomistajille että yksityisille sijoittajille. Firma tekee yhteistyötä alan rahoittajien ja osaaajien kanssa EU:n alueella. Yritykselle on myös tärkeää toimia yhdessä lähellä sijaitsevien sidosryhmien kanssa. (SG-Power Oy 2013a.)

SG-Power Oy tarjoaa mahdollisuuden sijoittaa kehittämiinsä tuulipuistoihin. Rahaa tarvitaan omistuspohjan laajentamiseen ja toimintaan. Uusiutuva energia on kasvava sijoituskohte tulevaisuudessa. Yrityksen tavoitteena on kerätä investoijia, jotka ovat valmiita sitoutumaan pitkäjänteisesti tuulipuistohankkeisiin osakkaina. Sijoittajiksi haetaan myös henkilöitä, jotka arvostavat uusiutuvan energian ympäristöllisiä hyötyjä ja ymmärtävät sijoituskohteen erityispiirteitä. Mahdollisuutena on myös merkitä omistususuuksia tuulipuistoenergiayhtiö(i)stä. (SG-Power Oy 2013b.)

Cleantech Invest on vuonna 2014 Helsingin pörssiin listautunut yhtiö, jonka kautta sijoittaja voi investoida erilaisiin uusiutuvan energian yhtiöihin. Cleantech tarjoaa kannattavia ja kilpailukykyisiä yrityksiä sijoittajille, joille ekologisuus on tärkeä asia. Tuulivoimaan erikoistuneita yrityksiä Cleantech Investin sivulla ovat Nocart ja Aurelia Turbines. (Cleantech Invest 2014.)

Laitevalmistaja Nocart toimittaa sähköä tuottavia yksiköitä uusiutuvaan energiantuotantoon, ja siksi se sopii mm. tuulivoiman tuotantoon. Tuotteita voidaan käyttää joko kytkettynä verkkoon tai off-grid alueilla. Aurelia Turbines valmistaa, erityisesti mikrokokoisia turbiineja, joiden avulla asiakkaan energiantuotantokustannuksia voidaan alentaa merkittävästi. Yhtiön tarjoama tuote on 30 vuoden tutkimuksen tulos. (Cleantech Invest 2014.)

4.5 Tuulivoiman tulevaisuus

Uusia tuulivoimalaitoksia on suunnitteilla valtavasti, mutta on myös monia tekijöitä, jotka hidastavat niiden etenemistä. Kaikki projektit eivät tule toteutumaan. Lupamenettelyt, ohjeiden puutteellisuus ja poikkeavuus ovat muutamia syitä, jotka vaikuttavat projektien valmistumiseen. Myös erilaisten ympäristöselvitysten tekeminen ja lupaprosessit aiheuttavat viivästyksiä. Tulevaisuudessa puolustusvoimien oma tutkavalvonta ja lentoliikenne voivat aiheuttaa ongelmia tuulivoimaloiden rakentamiselle. (Energia Uutiset 2013b, 44.)

Suomalaisella tuulivoimalla voisi olla kysyntää arktisilla alueilla, joita löytyy Pohjoismaiden ulkopuolelta mm. muualta Euroopasta, Pohjois-Amerikasta ja Kiinasta. Pärjätäkseen ulkomailla suomalaiset tuulivoimayritykset tarvitsevat hyvän strategian ja tuulivoimaklusterin toimiakseen. Suomalaisilla tuuliturbiinien valmistajilla on hyvä erikoisosaaminen arktisiin oloihin. Alan yhtiöt osaavat estää jäätymistä ja hallita jään aiheuttamaa kuormitusta voimaloissa. (Energia Uutiset 2013c, 24 & 27.)

Suomen Tuulivoimayhdistyksen toiminnanjohtaja Anni Mikkonen on sitä mieltä, että Suomella on hyvä mahdollisuus saavuttaa 2 500 MW:n tuulivoimatavoite jo viiden vuoden kuluttua, vuonna 2019. Tänä ja ensi vuonna Suomi saa lisää tuulivoimaa jopa

samaan tahtiin kuin muu Eurooppa. Tällä hetkellä tuulivoiman rakentaminen on edennyt koko maassa kovaa vauhtia. Metsähallitus on suunnitellut Kajaanin seudulle Piiparinmäen-Lammaslamminkankaan alueelle rakennettavaksi noin 85-127 uutta tuulivoimalaa, joiden yhteisteho voisi nousta 255-380 MW. Jos hanke tulevaisuudessa toteutuu, sen teho ylittäisi syyskuussa 2014 uutisoidun Taaleritehtaan ja Loisten 64 voimalan hankkeen, ja samalla Metsähallituksen suunnittelemasta tuulipuistosta tulisi Suomen suurin. (Kauppalehti 2014b, 9.)

Koska energiantarve lisääntyy vuosittain, on tuulivoiman käytölläkin keskeinen osa. Se on ollut 1990-luvulta alkaen nopeimmin kasvava sähköntuotantomuoto maailmassa. Tällä hetkeltä arviolta yksi prosentti maailman sähköntuotannosta on tuotettu tuulivoimalla. Euroopan unioni eli EU on asettanut Suomelle tavoitteen, jossa 38 prosenttia energiasta tuotettaisiin luonnonvaroilla vuonna 2020. (Innopower 2011; Vantaan Energia 2014.)

Tuulivoimalla on tulevaisuudessa mahdollisuus olla yksi lupaavimmista sähköntuotantomuodoista, minkä mahdollistaa nopeasti kehittyvä teknologia ja yhä tehokkaammat voimalat. Tuulivoimaa voidaan lisätä nopeasti juuri teknologian kehittymisen myötä. Voimaloita ja niiden osia kehitetään yhä tehokkaimmiksi ja isommiksi, mikä mahdollistaisi alemmat tuotantokustannukset. Tämän seurauksena investoinneista voisi saada parempaa tuottoa. (Vantaan Energia 2014; Innopower 2011.)

On arvioitu, että vuoteen 2030 mennessä merituulivoimaa tulee olemaan enemmän kuin maatuulivoimaa. Tulevaisuudessa on tarkoitus myös pyrkiä helpottamaan tuulivoimaloiden korjaus- ja asennustöitä. Sähköverkkoihin saatetaan tulevaisuudessa joutua tekemään muutoksia tuulivoiman jatkuvan lisäämisen takia. Eurooppa aikoo vuoteen 2020 asti investoida tuulivoiman tutkimusohjelmaan 6 miljardia euroa. (Vattenfall 2014a.)

Tulevaisuudessa lisääntyvä tuuli- ja aurinkovoiman tuotanto voivat vaikuttaa sähkönhintaan. Niiden tukijärjestelmä on toteutettu niin, ettei todellisella kysynnällä ole tuottajalle merkitystä. Jäykästi totutettu tuulivoiman syöttötariffi synnyttää sähkön ylitarjontaa, mikä voi jopa laskea sähkön hinnan nolaksi tai negatiiviseksi, koska

markkinaolosuhteita ei huomioida. Tuulivoiman kokonaistuotanto voi ylittää sähkön kysynnän. Tulevaisuudessa näin tuleekin luultavasti käymään yhä useammin. Vuonna 2011 käyttöön otettua syöttötariffijärjestelmää on hankalaa muuttaa, koska investointipäätökset on toteutettu sen mukaisesti. (Taloussanomat 2014.)

4.6 Aurinkoenergia

Auringon säteilyenergia toimii lähteenä kaikille uusiutuville energiavaroille ja aurinkoenergiaa saadaan muuttamalla auringon säteilyenergia sähköenergiaksi puolijohdepaneelien avulla. Säteilyenergia voidaan muuttaa lämmöksi aurinkokeräimillä. Aurinkoenergiaa voidaan käyttää hyödyksi sekä aktiivisesti että passiivisesti. Aktiivisella hyödyntämisellä auringon säteilyä voidaan muuntaa aurinkopaneelilla sähköksi tai aurinkokeräimillä lämmöksi. Passiivisella hyödyntämisellä auringosta saatavaa lämpöä ja valoa käytetään suoraan ilman mitään laitteita. (Lehto, Luoma & Virolainen 2005, 62.)

Auringosta saatava säteily on mahdollista muuntaa sähköenergiaksi noin 15% hyötysuhteella. Aurinkokeräimellä on mahdollista tuottaa lämpöenergiaa, jonka hyötysuhde on jopa 25-35%. Tämä on hieman parempi kuin auringon säteilystä muunnettavan sähköenergian hyötysuhde. (Lehto, Luoma & Virolainen 2005, 62.)

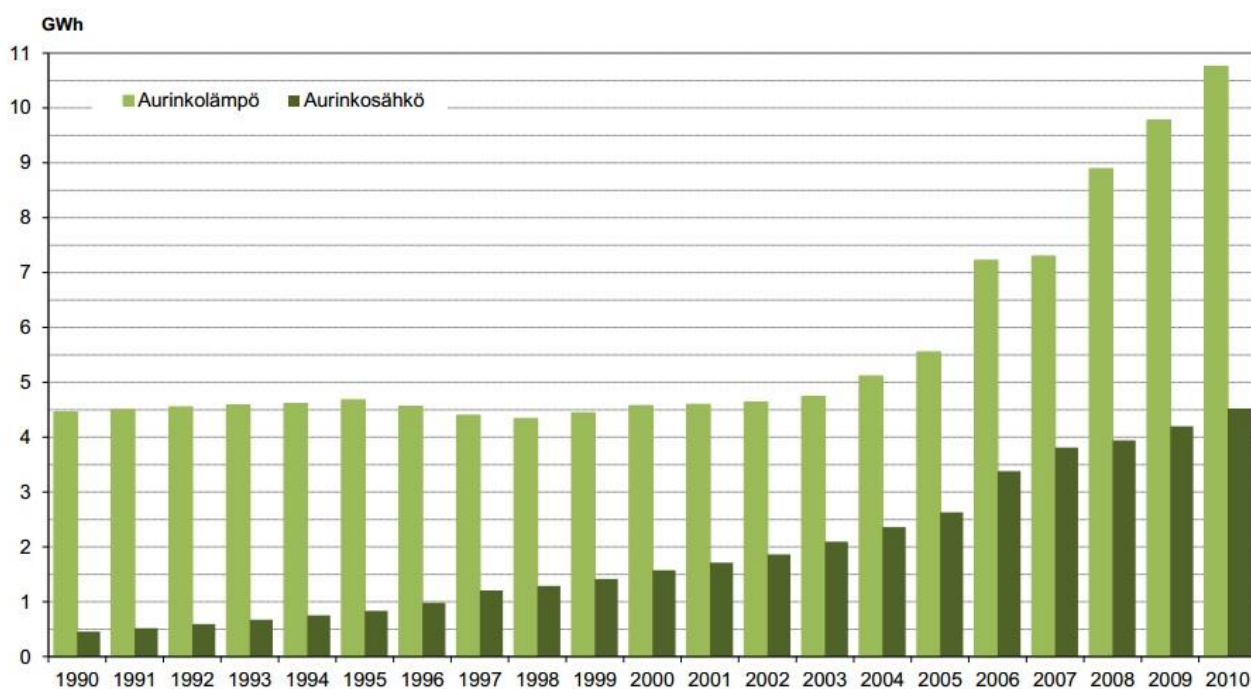
Aurinkoenergialla on paljon etuja, joita ovat mm. saasteettomuus ja turvallisuus, ja se on uusiutuva ja ehtymätön luonnonvara. Ainoa aika, jolloin Suomessa aurinkoenergiaa ei saada tarpeeksi on keskitalvi, jolloin aurinko paistaa päivittäin vähän. (Lehto, Luoma & Virolainen 2005, 62.)

Aurinkoenergiasta voi tulevaisuudessa tulla hyvä vaihtoehto kytkettävien järjestelmien sovellutuksissa, mutta silti aurinkoenergia tarvitsee jonkun varasuunnitelman esim. pilvisille päiville. Tähän voivat olla ratkaisuna erilaiset varavoima- tai akkujärjestelmät. Tulevaisuudessa aurinkojärjestelmällä voisi mahdollisesti korvata päiväaikaan muun tarvittavan energian. Aurinkosähkön tuotanto teho kasvaa suhteellisesti nopeammin (20-30%/vuosi), eli se on nopeimmin kasvava uusiutuva energiateknologia. (Vuorinen 2009, 30.)

Energia Uutisten artikkelissa vuodelta 2012 käy ilmi, että aurinkosähkölle uumoillaan olevan enemmän käyttöä vasta myöhemmillä vuosikymmenillä. Sillä voi kuitenkin olla Suomessa paljon potentiaalia. Aurinkosähkön tuotantoon tarkoitettut paneelit tulevat myös kasvattamaan kokoaan tulevaisuudessa. Aurinkopaneelien kaupallinen käyttö tulee lisääntymään, kun niitä ei tarvitse enää kytkeä verkkoon. (Energia Uutiset 2012, 36.)

Helsingin Energia rakentaa Suvilahteen Suomen suurimman aurinkovoimalan, jonka rakentaminen alkoi syksyllä 2014. Voimalan on tarkoitus olla valmis maaliskuussa 2015. Yksityishenkilöillä on mahdollisuus ostaa uudesta voimalasta itselleen nimikoitu aurinkopaneeli, jonka tuottama sähkö menee sen omistajan käyttöön. Samalla tuotetusta omasta sähköstä saa hyvityksen sähkölaskuun. (Helsingin Energia 2014.)

Aurinkolämpö ja -sähkö



Lähde: Tilastokeskus, Energiatilastot 1991-2011

Kuvio 11. Aurinkolämmön ja -sähkön tuotto. (motiva 2012.)

Kesäkuukausina paneelien tuotto tulee olemaan suurimmillaan, koska silloin aurinko paistaa eniten ja voimakkaimmin. Suomessa sääolot aurinkovoimalle ovat yhtä hyvät kuin Pohjois-Saksassa. (Helsingin Energia 2014.)

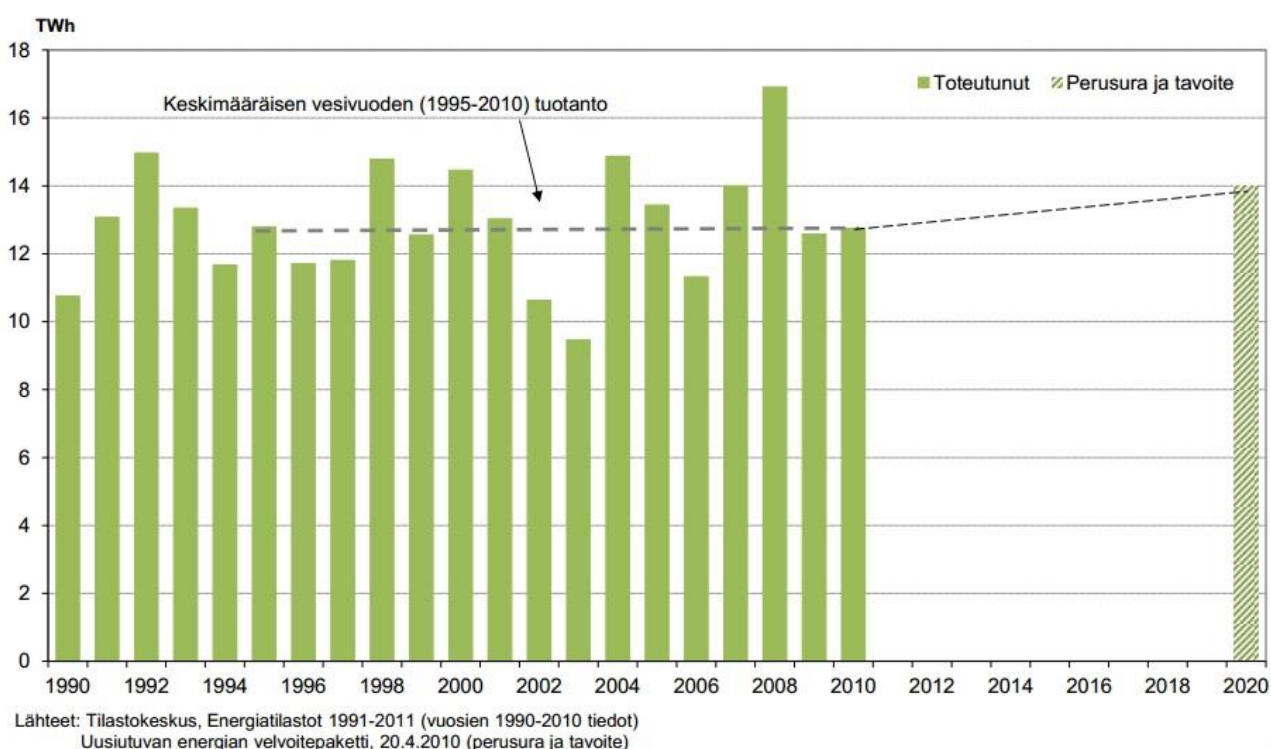
4.7 Vesivoima

Myös vesivoima on päästötöntä. Vuonna 2012 Suomessa oli vesilaitoksia yli 220 kappaletta. Vesivoiman osuus Suomen energiantuotannosta vuonna 2010 oli 4%. Vuonna 2010 vesivoiman osuus uusiutuvan energian tuotannosta oli 12,1%.

Vesivoimalat ovat edullisia, koska niillä on hyvin pitkä käyttöikä. Tulevaisuudessa vesivoimaloita on vaikeampi rakentaa nykyisten ympäristönsuojelutavoitteiden vuoksi. (Motiva 2013b.)

Suomen ensimmäinen vesivoimala rakennettiin Imatralla 1920-luvulla. Tärkeimpiä vesivoimaan käytettäviä jokia Suomessa ovat Kemijoki, Oulujoki, Imatran kosket ja Kymijoki. Myös Pohjanmaan suurimmilla joilla voidaan tuottaa sähköä. (Vuorinen 2009, 19.)

Vesivoimalla tuotettu sähkö yhteensä



Kuvio 12. Vesivoimalla tuotettu sähkö yhteensä. (Motiva 2012.)

Tulevaisuudessa Suomeen ei välttämättä enää rakenneta vesivoimaloita, koska parhaimmat paikat on jo rakennettu. Niitä kuitenkin rakennetaan tulevaisuudessa lisää muualla maailmassa, erityisesti kehitysmaihin. Vesivoima siis pystyy säilyttämään

asemansa, ja sen osuus maailman sähköntuotannosta voi kasvaa jopa 14%:n tasolle. (Vuorinen 2009, 20.)

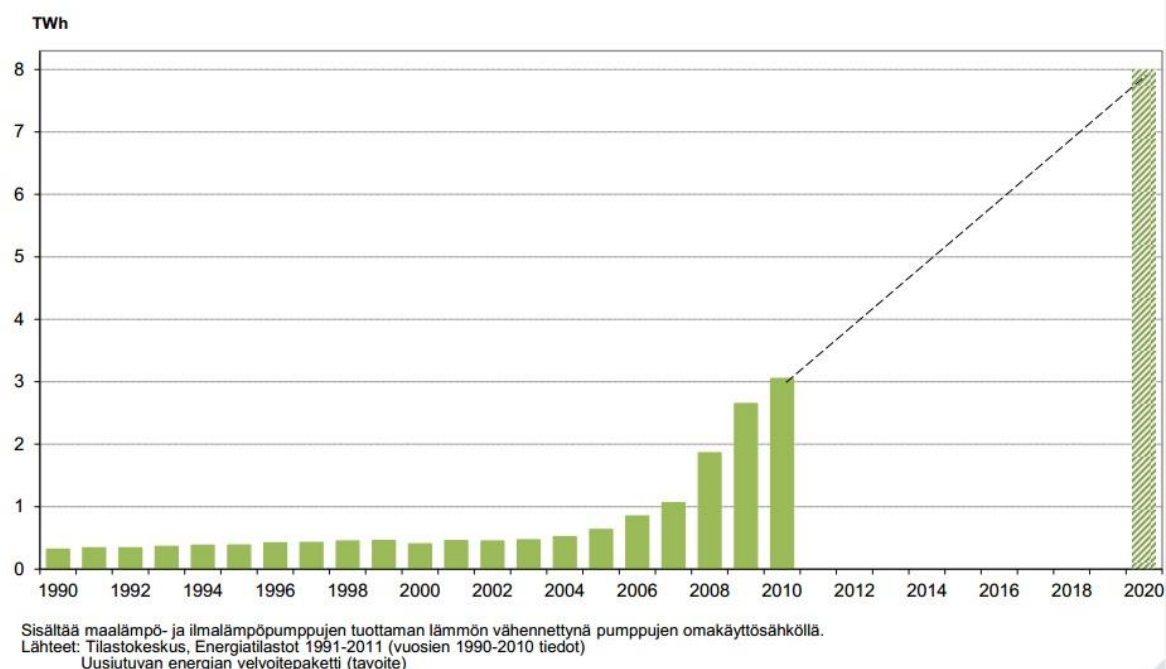
Helsingin kaupungin liikennelaitos eli HKL alkoi käyttää vuonna 2012 metroissa ja ratitiovaunuissa pohjoismaista uusiutuvasta energiasta saatua sähköä, josta osa tuotetaan vesivoimalla. Kulkuvälineet kuluttavat paljon sähköä, minkä vuoksi yhtiö haluaa varmistaa, että energian tuottaminen on ympäristöystävällistä. Helsingin energia toimittaa sertifioitua ekologista sähköä HKL:lle. (HKL 2014.)

4.8 Maa- ja ilmalämpö

Maa imee auringosta energiaa kesän aikana, minkä seurauksena maahan syntyy energiavarasto. Tästä energiavarastosta saatava energia on maalämpöä, jota voidaan käyttää esim. lämpöpumpun kautta omakotitalon lämmittämiseen. Maalämpöpumpulla on mahdollista myös siirtää lämpöä huoneilmaan suoraan maasta. (Lehto, Luoma & Virolainen 2005, 66.)

Maalämmöllä voidaan lämmittää myös käyttövetä. Lämpöpumpun toiminta perustuu siihen, että se kerää veteen tai maaperään kerääntynyttä lämpöä ja siirtää sen esim. sisälle rakennukseen. Kuten vesivoima myöskin maalämpö on edullista ja pitkäaikaista. Perusinvestointikustannukset voivat kuitenkin olla korkeat, ja pientaloilla (110-120m²) takaisinmaksuun voi kulua maksimissaan jopa 15 vuotta. (Motiva 2013c.)

Lämpöpumput



Kuvio 13. Sisältää maalämpö- ja ilmalämpöpumppujen tuottaman lämmön vähennettynä pumppujen omakäyttösähköllä.

Ilmalämpöä saadaan ilmalämpöpumpulla ulkoilmasta sisäilmaan. Sillä voidaan myös jäähdyttää huoneilmaa kesäisin. Ilmalämpöpumppu on helppo asentaa, ja sen kustannukset ovat alemmat kuin lämpöpumpun. Ilmalämpöpumput luokitellaan ilma-ilma ja ilma-vesi tyyppeihin. (Motiva 2013d.)

4.9 Aalto- ja vuorovesivoima

Vuorovesi on ilmiö, jonka aurinko ja kuu aiheuttavat. Vuoroveden vaikutukset ovat kaikkein voimakkaimmat päiväntasaajan lähetyvillä. Ilmiötä voidaan hyödyntää mm. asentamalla pato rannan edustalle. Pato käyttää hyväksi lasku- ja nousuveden synnyttämää korkeuseroa, minkä vuoksi käyttöalueet tulee valikoida tarkasti. Vuoroveden hyödyntämiseen voidaan käyttää myös roottoreita ja turbiineja. Vuorovesienergiaa on mahdollista hyödyntää vain harvoissa paikoissa, mutta se on taloudellisesti kannattavaa. Suomeen vuorovesivoimaloita ei voida rakentaa, koska lasku- ja nousuveden korkeuserot eivät ole tarpeeksi suuria. (Energiateollisuus 2014.)

Fortum on lähtenyt mukaan kahteen aaltoenergiaprojektiin, jotka sijoittuvat Ranskaan ja Ruotsiin. Fortum on testannut Ruotsissa Uppsalan yliopiston kanssa yhteistyössä aaltovoimaa, ja helmikuussa 2010 Fortumille myönnettiin yhdessä ruotsalaisen laitevalmistaja Seabased Industryn kanssa investointituki. Tämä tuki on tarkoitettu täysikokoiselle aaltovoimalaitokselle, jota rakennetaan parhaillaan Sotenäsin kunnassa, Ruotsin länsirannikolla. (Fortum 2014a.)

Tästä on tarkoitus tulla maailman suurin täysikokoinen laitos, jos kaikki sen vaiheet saadaan rakennettua ilman ongelmia. Jos koko laitos valmistuu täysimittaisena, sen teho tulee olemaan enintään 10 megawattia, kun yhden vaiheen teho on 1 megawattia.

Keväällä 2014 alueelle rakennetaan sähköasemakytkenät sekä maa- ja merikaapelit laitosta varten. (Fortum 2014a.)

Ranskassa Fortum on päässyt aaltovoimaan mukaan suomalaisen yhtiön AW-Energyn kautta. Kyseinen firma on kehittänyt Wave RollerTM-laitteen, jonka avulla tuotetaan sähköä meren pohja-aalloista. Laitetta on testattu mm. Portugalin rannikolla. Fortum on osakkaana AW-Energy yhtiössä. Syyskuussa 2013 ranskalainen meriteollisuusalan iso yritys DCNS, AW-Energy ja Fortum tekivät sopimuksen, joka koskee aaltovoiman kehittämistä ja tutkimusta. (Fortum 2014a.)

Mainitut yhtiöt ryhtyvät myös yhdessä kehittämään aaltovoiman (1,5 megawatin) koehanketta, joka sijoittuu Ranskan Bretagneen. Fortumin roolina on vastuu hankekehityksestä ja aaltovoiman koepuiston omistajana toiminnassa. DCNS hoitaa koepuistoalueen kehittämisen ja rakentamisen, ja AW-Energy toimittaa laitokseen valitut Wave RollerTM-laitteet. AW-Energyn aaltovoimahankkeessa on mukana myös suomalainen Tekniikan kehittämiskeskus Tekes. (Fortum 2014a & Energiateollisuus 2014.)

4.10 Bioenergia

Bioenergia on yksi uusiutuvan energian muodoista. Sitä saadaan monista kasviperäisistä lähteistä, joita ovat esim. puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasu sekä jäte- ja kierrätyspolttoaineiden biohajoavat osat. Myöskään bioenergian tuottamisessa ei synny hiilidioksidia. Näin ollen hiilidioksidipäästöt eivät lisääny vaan prosessi päinvastoin sitoo itseensä hiilidioksidia. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 33.)

Suomen tuotetusta energiasta noin 20 % tuotetaan puun ja puupohjaisten energialähteiden avulla. Muita bioenergian muotoja on toistaiseksi hyödynnetty vähän, mutta tulevaisuudessa niiden rooli kasvaa, kun fossiilisille polttoaineille etsitään korvaavia vaihtoehtoja. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 33.)

Pohjois-Amerikassa vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa analysoitiin bioenergian ja varsinkin bioenergian kehitykseen vaikuttavia tekijöitä OECD (eng. Organisation Economic Co-operation and Development) maiden välillä. Uusiutuvan energian osuus ja kasvu energiantuotannosta vaihtelee merkittävästi OECD maiden kesken. OECD maita on yhteensä 34 ympäri maailmaa ja Suomi on yksi niistä. Tutkittavia tekijöitä olivat mm. resurssien kohdistaminen, energian hinnat, investoinnit tutkimukseen ja tuotekehitykseen, ympäristönsuojelulliset tekijät ja energiapolitiikka. (Biomass and bioenergy 35, 4497; OECD 2014.)

Uusiutuvan energian politiikka ja sen toteuttamiskeinot vaihtelevat paljon eri OECD maissa kuten myös politiikan tehokkuus. Tutkimuksessa huomioon otettuja tekijöitä olivat maakohtaiset tiedot pinta-alasta, metsäalasta, väestöluvusta, energian tuottamista hiilidioksidipäästöistä ja bruttokansantuotteesta. Mallinnuksessa vertailtiin myös energian hintaa, tutkimus- ja tuotekehityskuluja sekä uusiutuvan energian ja bioenergian markkinakehityspolitiikkaa. Analyysissä todettiin, että maakohtaisten erojen ohella bruttokansantuote ja bioenergian kehittämispolitiikka vaikuttivat merkittävästi sekä uusiutuvan energian että bioenergian asukasta kohti laskettuun tarjontaan OECD maissa. Tutkimus- ja tuotekehitysinvestoinnit, energian hinnat, hiilidioksidipäästöt ja muu energiapolitiikka todettiin tilastollisesti merkityksettömiksi. Tämä ei kuitenkaan välttämättä tarkoita sitä, ettei myös näillä olisi mahdollista vaikutusta bioenergiaan ja uusiutuvaan energiaan, mutta tutkitulla aikavälillä 1994-2003 vaikutus ei ole ollut suurta. (Biomass and bioenergy 35, 4497-4500.)

Analyysi näytti, että markkinoiden kehityspolitiikka ja bruttokansantuote olivat ainoat tilastollisesti merkittävät tekijät uusiutuvan energian ja bioenergian tarjonnassa. Poliitikalla on edistetty teknologian kaupallistamista ja kehitystä, mikä on johtanut tuotannon ja tarjonnan lisäämiseen. Korkeamman bruttokansantuotteen omaavat maat ovat selkeästi painottaneet uusiutuvan energian ja bioenergian kehittämistä, koska niillä on enemmän kiinnostusta vaihtoehtoisen energian tuottamiseen ja ympäristökysymyksiin. (Biomass and bioenergy 35, 4501.)

4.10.1 Syöttötariffijärjestelmä ja investointituki

Biokaasu-, metsähake- ja puupolttoainevoimalassa tuotetusta sähköstä on mahdollista saada syöttötariffitukea. Tarkoituksena on tuen kautta parantaa uusien puupolttoaine- ja biokaasuvoimalahankkeiden mahdollisuuksia. Syöttötariffikausien tukien kokosumman on tarkoitus kompensoida hankkeiden investointikustannuksia sekä edistää metsähakkeen käyttöönottoa turpeen korvikkeena. Syöttötariffijärjestelmään on mahdollista päästä Energiaviraston kautta hakemuksella. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014.)

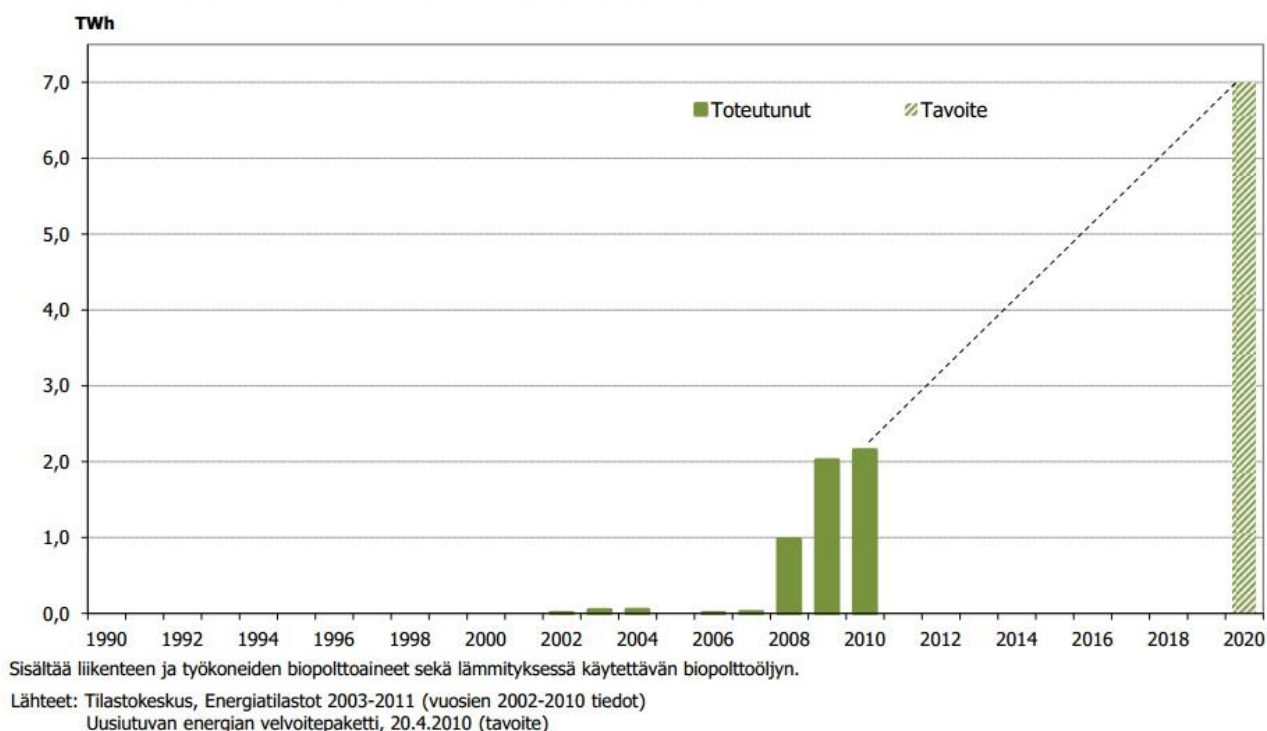
Syöttötariffijärjestelmän ohella uusiutuvalle energialle myönnetään myös energiatukea, jolla pyritään edistämään teknologian kehittämistä ja markkinoille pääsyä. Tukea myönnetään yrityksille, kunnille ja yhteisöille ilmasto- ja ympäristömyönteisiin hankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa, energian säästöä tai energiantuotannon ympäristöhaittoja. (Motiva 2014e.)

4.10.2 Bio- ja puuperäiset polttoaineet

Biopolttoaineita ovat nimensä mukaan bioöljy, -etanoli ja -diesel. Näitä voidaan hyödyntää moottoriajoneuvoihin sekä lämmitykseen, mutta niitä on käytetty vasta muutama vuosi. Tarkoituksena on tulevaisuudessa korvata fossiilisia polttoaineita mahdollisimman paljon biopolttoaineilla. Nykyään bio- ja fossiilisia polttoaineita yhdistetään tietyssä suhteessa keskenään. Suurin hyöty saataisiin, jos biopolttoaineet tuotettaisiin suomalaisista raaka-aineista. (Motiva 2014a.)

Metsähake ja muu puubiomassa ovat bioöljyn valmistukseen käytettäviä raaka-aineita. Tämä biopolttoaine on ympäristöystävällinen vaihtoehto, sillä sen käyttö laskee kasvihuonepäästöjä eli hiilidioksidi- ja rikkidioksidipäästöjä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna jopa yli 90 prosenttia. Tällä hetkellä bioöljyä käytetään pääasiassa lämpölaitoksissa, joissa se korvaa raskasta polttoöljyä. Tulevaisuudessa sitä olisi tarkoitus käyttää polttoaineena myös liikenteessä ja raaka-aineena biokemikaalien valmistuksessa. (Fortum 2014b.)

Nestemäiset biopolttoaineet



Kuvio 14. Biopolttoaineiden ja -öljyn käytön määrä. (Motiva 2012.)

Biopolttoaineet voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: ensimmäisen ja toisen sukupolven biopolttoaineisiin. Luokitus on tehty valmistukseen käytetyn raaka-aineen mukaan. Nyt valmisteilla oleviin ensimmäisen sukupolven polttoaineisiin käytetään raaka-aineina elintarvikkeiksi sopivia tärkkelys- ja sokeripitoisia kasveja, öljypitoisia kasveja sekä bioraaka-aineita. Makeista kasveista syntyy bioetanolia ja öljypohjaisista kasveista sekä bioraaka-aineista biodieseliä. (Motiva 2014a.)

Tulevaisuudessa tuotannossa tullaan siirtymään enemmän toisen sukupolven biopolttoaineisiin. Tuotannosta syntyy edelleen biodieseliä ja -etanolia, mutta raaka-aine on hakkuutähteitä ja kasvipohjaisia jätteitä, joista syntyy yhä vähemmän haitallisia päästöjä ilmakehään. Nämä biopolttoaineet ovat laadultaan korkeampaa luokkaa, jopa parempia kuin fossiilisten polttoaineiden bensiini ja diesel. (Motiva 2014a; Tekniikka & Talous 2014b, 7.)

EU on asettanut kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja uusiutuvan energian käytön lisäämiselle kunnianhimoiset tavoitteet vuoteen 2020 mennessä. EU:n uusiutuvan energian direktiivi sisältää maakohtaiset tavoitteet uusiutuvan energian osuudelle

kokonaisenergian käytöstä ja yhtenäisen 10 % tavoitteen sen osuudesta liikennepolttoaineissa kaikille jäsenvaltioille. (Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 5, 238-239.)

EU haluaa kannustaa toisen sukupolven biopolttoaineisiin tehtäviä investointeja. Jäsenvaltioille annetaan mahdollisuus tukea jalostamoiden rakentamista verohelpotuksin ja laskentajärjestelmillä, jonka mukaan litra toisen sukupolven polttoainetta lasketaan kahdeksi litraksi, kun määritellään polttoaineen biopitoisuutta. (Tekniikka & Talous 2014b, 7.)

Nestemäisten biopolttoaineiden tuottaminen sellutehtaiden yhteydessä on tehokasta ja on viime vuosina herättänyt paljon kiinnostusta alan yrityksissä. Kaikki Suomen suuret metsäteollisuusyritykset ovat olleet mukana tutkimassa nestemäisten polttoaineiden tuotantomahdollisuuksia. (Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 5, 244-246.) Muutamia tuotantolaitoksia on jo käynnistynyt Suomessa ja lisää projekteja on suunnitteilla. Tällä hetkellä on vielä selvityksen alla biopolttoaineiden mahdollinen käyttö myös lentoliikenteessä. Asiasta ovat teettäneet selvityksen liikenne- ja viestintäministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, Finnair, Finavia ja Neste Oil. (FINAVIA 2014.)

Kesällä 2014 UPM otti käyttöön Lappeenrannan jalostamon, joka valmistaa biodieseliä mäntyöljystä. Jalostamo tarvitsee mäntyöljyä 5-6 sellutehtaan tuotannon verran toimiakseen. UPM on myynyt tuottamaansa mäntyöljyä Ruotsiin ja saa osan kolmesta omasta sellutehtaastaan, mutta loput sen täytyy ostaa muualta. Mäntyöljyä tuodaan Suomeen Venäjältä, mutta sen alkuperä tulee selvittää tarkasti. Lappeenrannan jalostamo tuottaa mäntyöljydieseliä noin 120 miljoonaa litraa vuodessa. UPM on tällä hetkellä suojelemaan prosessinsa jopa 150 patentilla, ja sillä oli samalla patenttiriita Nestle Oilin kanssa. Joensuuun nousee 28 miljoonan euron arvoinen bioöljylaitos. Uusia rakennettavia biopolttoainelaitoksia on kaavailtu vuodelle 2014 kuusi kappaletta, ja suunnitelmissa on lisätä määrää sen jälkeen kymmenellä. (Maaseudun Tulevaisuus 2014a, 11; Kauppalehti 2013, 6.)

UPM:n investoinnin kilpailukyky saattaa heikentyä, jos EU komission muutosehdotus biopolttoaineiden luokittelusta toteutuu. EU ehdottaa, että raakamäntyöljyä ei enää luokiteltaisi tähteeksi, jolloin sen käyttöön perustuvalla tuotannolla myönnetty tuki laskisi. (Helsingin Sanomat 2014b.)

Neste Oililla on Porvoossa jalostamo, jossa valmistetaan biodieseliä teurasjätteistä ja tähteistä. Raaka-aineita on kaikkiaan 12 erilaista, ja niiden kulutus on vuodessa noin 1,2 miljoonaa tonnia. Yhtiö ostaa raaka-aineensa ympäri maailmaa. Neste Oil tekee jatkuvasti tutkimustyötä löytääkseen uusia raaka-aineita ja vaihtoehtoja biodieselin valmistukseen. Tulevaisuudessa mm. levää voisi mahdollisesti käyttää raaka-aineena. Vuonna 2013 Neste Oil tuotti biodieseliä noin 2,4 miljoonaa tonnia, mikä tekee yrityksestä maailman suurimman biodieselin valmistajan. Viime vuosi (2013) oli myös yksi saavutus lisää, sillä uusiutuvien polttoaineiden valmistus oli ensimmäistä kertaa kannattavaa. (KEMIA 2014a, 14 & 17.)

St1 yrityksellä on etanolin tuotantoyksikköjä Lappeenrannassa, Närpiössä, Haminassa, Vantaalla, Lahdessa ja Hämeenlinnassa. Yritys aloitti jättepohjaisen biopolttoaineen valmistuksen vuonna 2008. (St 2014; Biofuels, Bioproducts and Biorefining , 5, 241.)

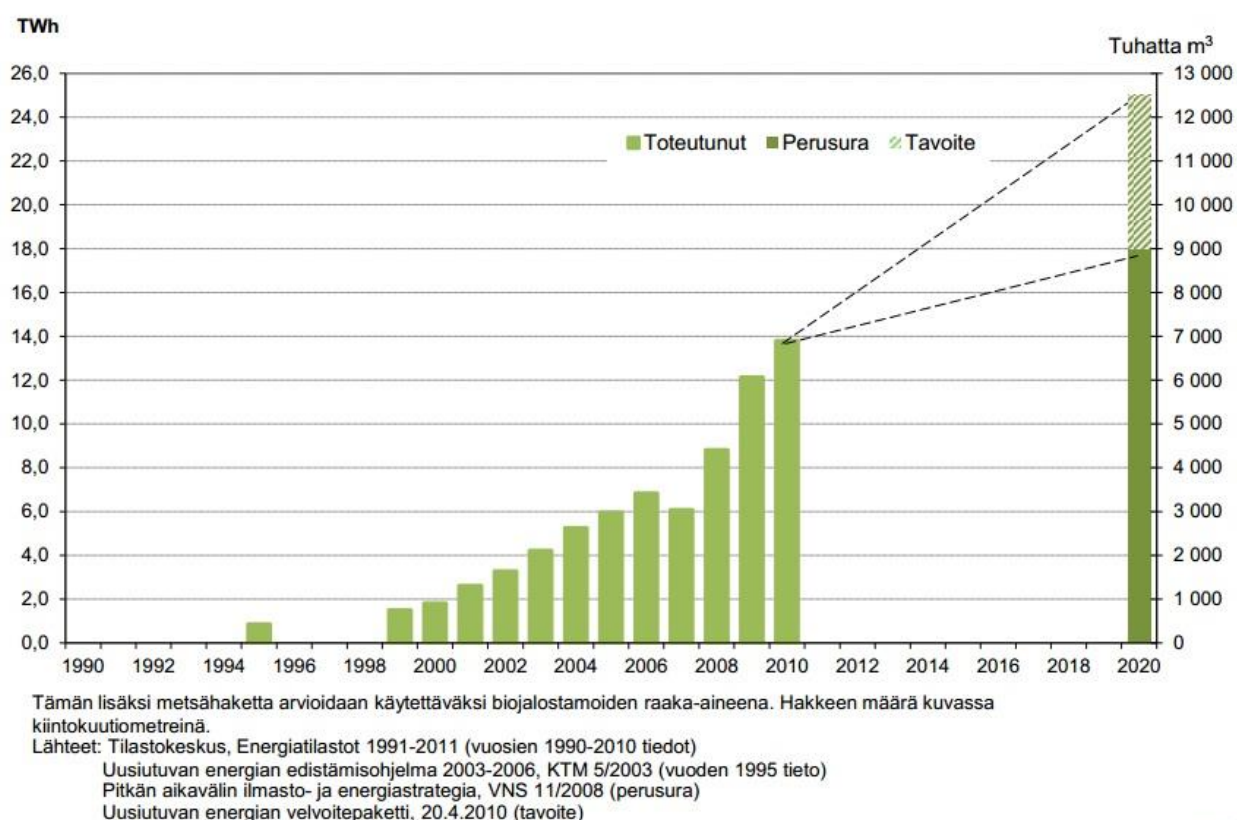
Oululainen Chempolis suunnittelee ja toimittaa biojalostamoita. Yrityksen palvelut kattavat suunnittelu-, hankinta-, käyttöönotto- ja käynnistyspalvelut. Chempoloksen teknologialla voidaan maatalouden jäännösbiomassoista kuten vehnäöljystä valmistaa paperikuitua ja biokemikaaleja. Yritys on äskettäin julkistanut 60 miljoonan euron tilauksen, joka kattaa kolmen vehnäölkisellua tuottavan biojalostamon toimittamisen Kiinaan. Chempolis on myös solminut aiesopimuksen etanolia valmistavan biojalostamon rakentamisesta Intiaan. (Tekniikka & Talous 2014a; Tekniikka & Talous 2014b.)

Eu direktiivi asetti Suomelle 38 % tavoitteen uusiutuvan energian osuudesta energiankulutuksessa vuoteen 2020. Suomessa noin 80 % uusiutuvasta energiasta syntyy metsäbiomassasta lähinnä metsäteollisuuden sivutuotteista (sellutehtaiden mustalipeä, kuori ja puru). Polttopuun, metsähakkeen ja pellettien osuus on vähäisempi. Täten sellu- ja paperiteollisuuden tuotantovolyymi vaikuttavat suoraan

metsäteollisuuden tuottamaan uusiutuvan energian määrään. Metsähakkeen käyttö polttoaineena on kasvussa sekä lämmön että nestemäisten biopolttoaineiden tuotannossa. (Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 240.)

Puuperäisiä polttoaineita ovat hake, polttopuu ja pelletit. Haketta käytetään Suomessa energialähteenä sekä isoissa yhteistuotantolaitoksissa että lämpölaitosten hakekattiloissa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 34 & 45.)

Metsähake



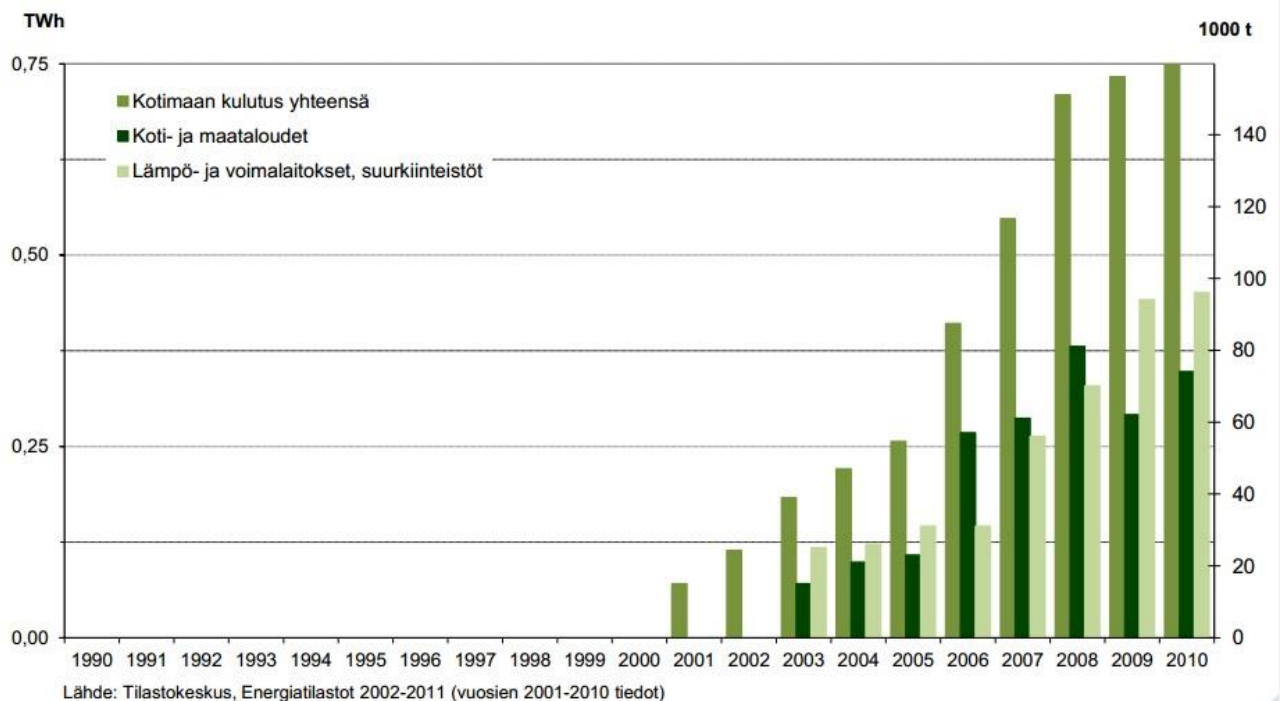
Kuvio 15. Metsähakkeen määrä kiintokuutiometreinä. (Motiva 2012.)

Arvion mukaan Suomessa tuotetaan puupolttoaineella lämpöä asuintiloihin 11 TWh. Vuonna 2008 tehtiin selvitys, josta käy ilmi, että Suomessa on yhteensä noin 2,9 miljoonaa tulisijaa. Näistä suurin osa eli 1,55 miljoonaa sijaitsee omakotitaloissa, 800 000 vapaa-ajan asunnoissa, 300 000 muissa rakennuksissa, 150 000 kerrostaloissa ja 100 000 rivitaloissa. Puupolttoaineita käytetään Metsäntutkimuslaitoksen mukaan suomalaisissa pientaloissa yhteensä 6,1 miljoonaa kiinto m³. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 34.)

Hallituksen uudet energiapoliittiset päätökset lokakuun alussa alensivat turpeen verotusta ja nostivat metsähakkeella tuotetun energian tukea. Tällä pyrittiin parantamaan puun ja turpeen kilpailukykyä kivihiileen verrattuna. Nyt metsäteollisuus pelkää, että metsäyhtiöiden raaka-aineeksi käyvää puuta ohjautuu liikaa energiakäyttöön. Metsäteollisuus toivoo sen vuoksi tuen rajaamista läpimitaltaan alle 16-senttisen puustoon. (Maaseudun Tulevaisuus 2014, 8.)

Energiateollisuus ry taas pelkää, että rajaaminen vaarantaisi metsäenergialle asetetun kansallisen tavoitteen saavuttamisen. Hakkeen saatavuus kilpailukykyiseen hintaan on energian tuottajille ratkaisevan tärkeää. Muutosten aiheuttama epävarmuus vaikeuttaa investointipäätösten tekemistä. Vaikka Suomella on hyvät edellytykset saavuttaa asetetut tavoitteet uusiutuvien energianlähteiden lisäämisessä, metsähakkeen käytön tavoite on haastava. (Maaseudun Tulevaisuus 2014, 8.)

Puupelletit, kotimaan kulutus



Kuvio 16. Puupelletin kulutus Suomessa. (Motiva 2012.)

Pöyry oli tehnyt pelletteihin liittyen tutkimusta, joka julkaistuun Bioenergia lehdessä marraskuussa 2013. Vaikka Euroopalla on tällä hetkellä hyvä asema pellettimarkkinoilla, on Aasian asema kasvamassa. Pohjoismaista Tanska on suuri pellettien käyttäjä, mikä johtuu myötämielisyydestä hiiltä korvaaviin bioenergiavaihtoehtoihin. Suurin osa tuoduista pelleteistä on lähtöisin Pohjois-Amerikasta. (Bioenergia 2013a, 6-7.)

Pöyry ennustaa tutkimuksessaan pellettien kysynnän kasvua. Sen odotetaan nousevan 21 miljoonasta tonnista (vuonna 2012) jopa 55 miljoonaan tonniin 2025 vuoteen mennessä. Suurimpana vaikuttavana tekijänä on Euroopan nouseva kysyntä. Bioenergiamarkkinoilla on myös keskusteltu mustista pelleteistä, joiden erityisominaisuuksia ovat niiden helppo jauhaminen, korkea lämpöarvo ja hyvä varastointi. Näiden markkinoilletuloa voidaan kuitenkin vielä hieman joutua odottamaan. (Bioenergia 2013a, 7.)

Esimerkiksi mainittakoon Helsingin Energia, joka uutisoi aloittavansa vuonna 2015 pellettien polton kivihiihien rinnalla. Yhtiöllä on tarkoituksena lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Hanke on tarkoitus toteuttaa kahdessa voimalassa, Salmi- ja Hanasaaressa. Suomessa ei ennen ole poltettu pellettejä isoimmissa laitoksissa, ja kun toiminta alkaa, korvataan kivihiihiltä pelleteillä 5-7 prosenttia. Luku kuulostaa pieneltä, mutta vuodessa se kattaa 100 000 tonnia pellettejä, joka on kolmasosa koko Suomen käytöstä. (Helen, 3, 18.)

Tulevaisuudessa Helsingin Energia aikoo nostaa pellettien osuutta edellä mainituissa laitoksissaan 40 prosenttiin käytetystä polttoaineesta tai rakentaa niihin keskittyvän laitoksen Vuosaareen. Salmi- ja Hanasaaren laitokset eivät kuitenkaan pysty pellettien ohella soveltamaan metsähaketta, mihin on syynä laitosten pienet tontit. Hakkeen käsittelyyn tarvitaan laaja alue. On arvioitu, että koko Helsingin olisi tarkoitus lopettaa hiihien käyttö vuonna 2050. (Helen, 3, 18.)

Tällä hetkellä Salmisaaren voimalaitosta remontoidaan tulevan muutoksen vuoksi. Laitokseen valmistuu kaksi varastosiiloa, kuljettimet, vastaanottoasema ja laitteet näytteiden ottoon varten. Kun pellettien käyttö voimalassa saadaan tulevaisuudessa

toimimaan, sinne tullaan toimittamaan joka päivä noin kymmenen rekallista pellettejä. Toiminnan vakiintumiseen on arvioitu menevän yksi tai kaksi vuotta. (Helen, 3, 20-21.)

Myös Pohjolan Voima, yksi Suomen suurimmista energiayhtiöistä, käyttää yhä enemmän puuperäisiä polttoaineita voimaloissaan. Voimalaitoksia rakennettiin aikaisemmin turpeen, kivihiilen ja puun polttoon. Yhtiö on vuoteen 2013 mennessä rakentanut jo 16 biovoimalaitosta, joilla on tehoa yhteensä 3 800 MW. Rahoitusta voimaloihin on kulunut jo lähes 2 miljardia euroa. Yhtiö ei ole kuitenkaan ollut yksin vastuussa voimaloiden rakentamisesta, vaan mukana on ollut myös 30 vuotta alueellisia ja kunnallisia energiayhtiöitä kumppaneina omalla osaamisellaan. (Pohjolan Voima 2013, 17 & 19.)

Pohjolan Voimalla on ollut menestyksenkäs taival bioenergiaohjelmallaan, josta kaikki hankkeisiin osallistuneet osapuolet ja kumppanit ovat hyötäneet, mm. aluetaloudet ja yhteiskunta. Projektit ovat myös luoneet tuhansia uusia työpaikkoja metsäenergian hankintaketjuun. (Pohjolan voima 2013, 18-19.)

4.10.3 Metsäteollisuus ja biotuotteet

Biotuotteen tulevat olemaan yhä merkittävämmässä roolissa metsäteollisuuden tuotevalikoimassa. Metsäteollisuus hakee kannattavuutta laajentamalla tuotevalikoimaansa perinteisen sellu- ja paperiteollisuuden ulkopuolelle.

Suurin tällainen investointi Suomessa on Metsä Groupiin kuuluvan Metsä Fibren äskettäin julkistaman investointi Äänekosken biotuotetehtaaseen. Noin 10 % Metsä Fibren liikevaihdosta koostuu jo nykyisellään biotuotteista. Suunniteltu tehdas ei tule olemaan pelkkä sellutehdas, vaan siellä tuotettaisiin mahdollisesti perinteisten mäntyöljyn ja biosähkön ohella myös uusia kuitutuotteita, lannoitteita, bioöljyä ja biokaasua. Tällainen tehdaskonsepti on edistyksellinen. Hanketta ei ole vielä päätetty, mutta sen toteutuminen näyttää lupaavalta. Metsä Fibre pyrkii saamaan ympäristölupaprosessin päätökseen jo vuoden 2015 ensimmäisen kvarttaalin aikana. Rakennusprosessin olisi tarkoitus päättyä vuonna 2017, jolloin tehdas käynnistyisi ja sellun ja biotuotteiden valmistus alkaisi. (Metsä Groupin Viesti 2014, 3, 48-49.)

4.10.4 Biokaasu

Biokaasu on elävien bakteerien tuottamaa kaasua, jota syntyy hapettomissa oloissa. Kaasusta noin 40-70 % on metaania ja loput hiilidioksidia. Biokaasuprosessissa eloperäinen eli orgaaninen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa. Tällaisia olosuhteita luovat esim. maatilat ja turvesuot. Teollisesti biokaasua voidaan tuottaa biovoimalan sisällä bioreaktorissa. Prosessissa yritetään myös maksimoida metaanin osuus biokaasusta. (Taaleritehdas Oyj 2012, Dia 4.)

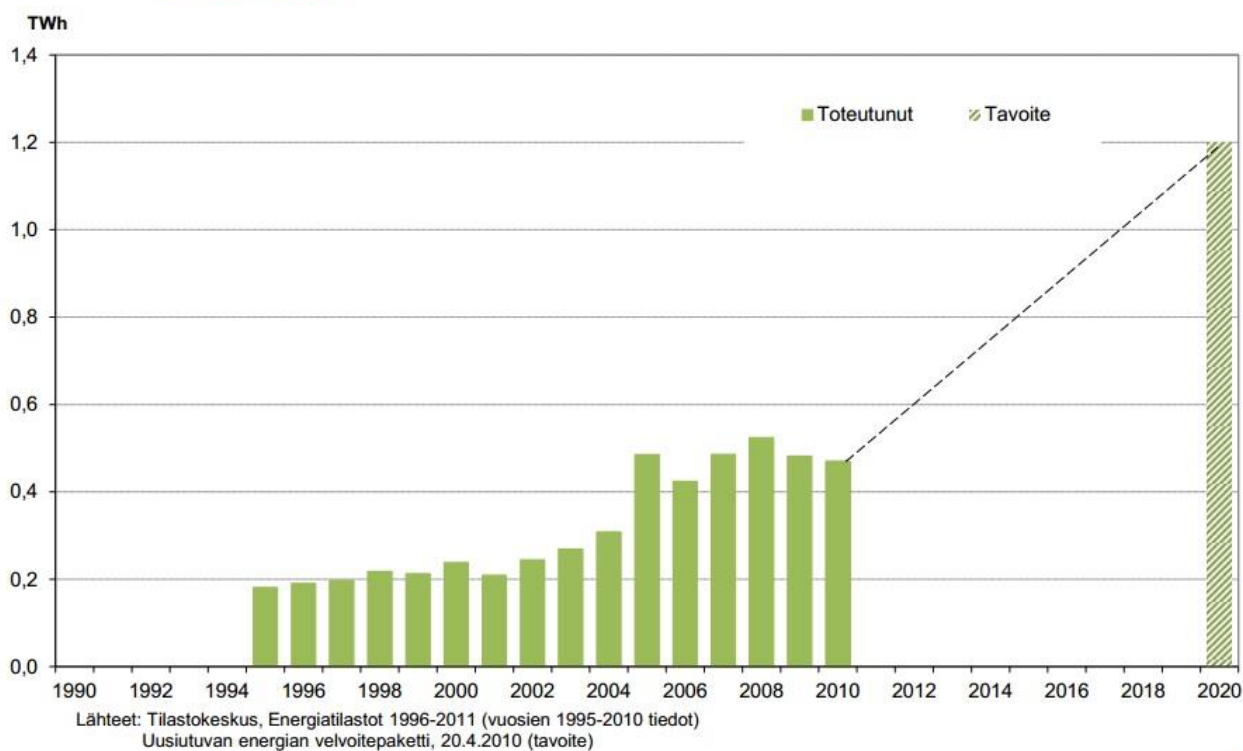
Parhaita raaka-aineita suuren metaanipitoisuuden saavuttamiseksi ovat mm. bio- ja teurasjätteet sekä kasvibiomassat. Myös lietettä ja lantaa voidaan käyttää, ja niiden käytössä on etuja kuten mädätysprosessin stabiloiminen ja ympärivuotinen saatavuus. (Taaleritehdas Oyj 2012, Dia 5.)

Ympäristöystävällisyys on biokaasun merkittävä etu. Prosessista ei synny hiilidioksidia eikä muita päästöjä ilmaan, maahan tai veteen, ja lisäksi metaanipäästöt vähenevät. Biokaasu voi myös kasvattaa Suomen sähkömarkkinoiden kapasiteettia ja sähköntuotannon omavaraisuutta, mikä taas voi ketjureaktiona alentaa sähkön hintaa. Biokaasun kautta Suomeen voisi saada myös lisää työllisyyttä ja kasvumahdollisuuksia tälle bioenergian muodolle. (Taaleritehdas Oyj 2012, Dia 9.)

Biokaasulaitos koostuu monesta eri osasta. Prosessit tapahtuvat laitoksessa esi- ja biokaasureaktoreissa. Niissä syntynyt biokaasu ohjautuu kaasubarastoon ja mädätteet niille tarkoitettuun jälkivarastoon. Prosesseissa mukana ovat myös kattila, hygienisointilaitte, lämmönvaihtimet, prosessointitila ja vastaanottolaitte eli homogeenointi. (Taaleritehdas Oyj 2012, Dia 7.)

Suomi aikoo tulevaisuudessa lisätä biokaasun tuottamista osana Euroopan ilmastopakettia, joka keskittyy uusiutuvan energiantuotannon lisäämiseen. Apuna biokaasun lisäämiselle ovat tuki tarvittaviin investointeihin ja sähkön tuotantoon. Tuen saa kuitenkin vain kerran, ja sen suuruus on ollut 30-35 % luokkaa kaikista investointikustannuksista. Tukea on mahdollista saada 12 vuodeksi, ja sen kautta tuotetun sähkön takuuhinnaksi 83,5 €/MWh. Voimaloille on myös asetettu ehtoja tuen saamiseksi: voimalassa ei tule olla käytettyjä osia, se ei ole saanut muuta tukea valtiolta, ja generaattoreiden yhteisteho on minimissään 100 kVA. (Taaleritehdas Oyj 2012, Dia 8.)

Biokaasu



Kuvio 16. Biokaasun määrä vuosina 1996-2011. (Motiva 2012.)

Biokaasun käyttö polttoaineena tulee kasvamaan. Etelä-Suomeen avautui vuoden 2011 lopussa 14 Gasum yhtiön tankkausasemaa, joista voi tankata biokaasua, ja vuoden 2012 loppuun mennessä niitä on tarkoitus olla Suomessa yhteensä 20. Biokaasun käyttö on ympäristöystävällisyyden lisäksi taloudellisesti kannattava vaihtoehto, sillä sen hinta on 30 prosenttia dieselöljyä halvempaa ja jopa puolet bensiiniä halvempaa. Yhtenä syynä tähän on biokaasun polttoaineverottomuus, joka on voimassa ainakin vuoteen 2023

asti. Jos raakaöljyn hinta nousee tulevaisuudessa, biokaasu pystyy hinnallaan pärjäämään kilpailussa. (Bioenergia 2012, 22.)

Etuna biokaasulla on myös se, että se soveltuu monenlaiseen moottoriin, hybridikäyttöön, työkoneisiin, vesi-, raide- ja ilmaliikenteeseen. Vuonna 2013 valmistuneeseen Viking (Line) Grace-alus käyttää polttoaineena maakaasua ja tarvittaessa myös nesteytettyä biokaasua. Näitä käytetään myös Wärtsilän laivoille tarkoitetuissa dieselmoottoreissa. (Bioenergia 2012, 23.)

Syksyllä 2013 aloitti toimintansa yritys nimeltään ”Suomen Bioauto”, joka tuunaa autoja toimimaan myös biokaasulla. Kaasulla on 95E-bensiiniin huima hintaero, joka voi toimia kannustimena polttoaineen vaihtoon. Vuonna 2013 Suomessa oli noin 1500 kaasua käyttävää autoa, kun naapurimaassa Ruotsissa niitä on jopa yli 50 000. Myös tankkausasemien määrässä on huima ero: Suomessa niitä on noin 20 ja Ruotsissa noin 200. (Kauppalehti 2013, 7.)

4.10.5 Taaleritehdas ja biokaasu

Taaleritehtaan pääomarahastojen toiminnassa korostetaan omistamista ja siihen kuuluvia vastuita. Yrityksen tarkoituksena on kerätä sijoittajilta pääomaa, ennen kuin projektit laitetaan käytäntöön. Osa projekteista on kaatunut, koska pääomaa ei kertynyt tarpeeksi. Toteutuvien hankkeiden riskitaso on pyritty pitämään mahdollisimman pienenä. (Bioenergia 2013b, 16.)

Taaleritehdas on kerännyt 200 yksityiseltä sijoittajalta yhteensä 40 miljoonaa euroa bioenergiահankkeisiin. Kiinnostuneita sijoittajia olisi ollut enemmänkin, mutta kaikki eivät vuonna 2012 ehtineet mukaan projektiin. Sijoittajat eivät myöskään ole projektissa mukana pelkästään tuoton, vaan myös ympäristöystävällisen asian puolesta. Tulevaisuudessa on tarkoituksena myös tarkastella kansainvälisiä mahdollisuuksia. Potentiaalisia markkinoita löytyisi mm. Euroopasta ja Venäjältä. (Energia Uutiset 2013a, 35.)

Syöttötariffijärjestelmä, joka tukee myös biokaasun valmistusta on myös yksi syy laitosten rakentamiseen. Järjestelmä takaa biokaasulle takuuhinnan. Taaleritehdas on ottanut myös huomioon biokaasun tuottamiseen tarvittavien raaka-aineiden runsaan tarjonnan. Laitoksissa voidaan myös tuottaa peltolannoitetta biokaasun sivutuotteina syntyvistä jätteistä. (Energia Uutiset 2013a, 34.)

Vuonna 2013 Taaleritehdas uutisoi sijoittavansa 70 miljoonaa euroa biokaasulaitosten verkostoon, johon kuuluisi 5-7 eloperäistä jätettä käyttävää biokaasulaitosta, jotka voisivat maksimissaan tuottaa biokaasua noin 30-40 GWh vuodessa. Taaleritehtaalla on jo ennestään laitos Vampulassa, ja tulevaisuudessa on aikomus rakentaa Kuopioon, Ouluun ja Honkajoelle. Taaleritehdas perustelee rakennettavaa syytä sillä, että orgaanisten jätteiden hyödyntämiseen olevia laitoksia ei ole kovin paljon. (Energia Uutiset 2013a, 32-34.)

Taaleritehtaan Kuopioon rakennettava biokaasulaitos tulee olemaan yksi Suomen suurimmista. Se voi hyödyntää vuosittain jopa 60 000 tonnia jätettä, josta saadaan 650-800 kuutiota 70-prosenttista metaanikaasua/tunti. Kustannusarvio laitokselle on 10 miljoonaa euroa, ja sinne tullaan kuljettamaan päivittäin kymmeniä rekallisia orgaanista jätettä. (Energia Uutiset 2013a, 34.)

Taaleritehdas on saanut Kuopion projektiin mukaan yhteistyökumppaneita kuten Jätekuukko Oy ja alueella sijaitsevat jäteveden puhdistamot. Honkajoen alueelle nousevan laitoksen tarkoituksena on korvata fossiilisia polttoaineita biokaasulla. Oulussa kaatopaikan lähellä sijaitsevat yritykset voivat käyttää hyödyksi biokaasua. (Energia Uutiset 2013a, 35.)

Sain Taaleritehtaalta kutsun tulla tutustumaan yrityksen ensimmäiseen biokaasulaitokseen, joka sijaitsee Huittisissa lähellä Tamperetta. Taaleritehdas aikoo myös monistaa jo toimivaksi todettu konsepti muihin kaupunkeihin, tarkoituksena luoda laitosten verkosto.

Pääsin yksityisten sijoittajien mukaan vierailulle saamaan tarkempaa kuvaa laitoksen ulkonäöstä ja toiminnasta opinnäytetyötäni varten. Paikan päälle sai saapua omalla

autolla tai Taaleritehtaan järjestämällä kuljetuksella, johon ilmoittauduin. Saavuttuamme sovitulle kohtaamispaikalle, söimme lounaan ja ajoimme laitokselle.

Perille päästyämme voimalan pihaan ajoi säiliöauto, joka kuljetti lietettä jostain lähialueen sikalasta. Saimme siis heti nähdä osan siitä raaka-aineesta, jolla laitos toimii. Seuraavaksi kiersimme laitoksen ulkopuolella ja meille esiteltiin, laitoksen rakenne ja toiminta. Tämän jälkeen siirryimme voimalan takapihalle katsomaan lannoitetta, jota laitos on tuottanut biokaasun yhteydessä.

Lisäksi näimme astioita, joihin prosessissa syntynyttä jätettä varastoidaan. Pääsimme myös katsomaan laitoksen valvomoa. Prosesseja seurattiin jatkuvasti tietokoneiden ruuduilta, jos jotta ongelmiin pystyttiin puuttumaan nopeasti. Tietokoneilla tarkkailtiin koko laitosta ja sen eri osia samoin kuin lämpötiloja ja raaka-aineiden saapumista. Työntekijät myös kertoivat esimerkkejä, miten erilaisissa vaara- tai ongelmatilanteissa toimitaan.

4.10.6 Peltobiomassat

Peltobiomassoista saadaan tuotettua biopolttoaineita ja biokaasua. Tärkkelys- ja sokeripitoisista kasveista saadaan mm. bioetanolia, öljypitoisista kasveista syntyy kasviöljyä ja rypsisistä voidaan valmistaa biodieseliä. Suomessa peltobiomassojen käyttäminen energiantuotannossa on toistaiseksi ollut melko vähäistä, koska niitä on hyödynnetty vain isoissa voimalaitoksissa. (Motiva 2014b.)

Peltobiomassoilla käsitetään lyhytkiertoviljelyllä kasvatettuja puuvartisia kasveja. Myös hamppu, ruokohelpi ja öljykasvit ja viljakasvien osat kuten olki lasketaan peltobiomassoihin. Niistä voidaan jalostaa nestemäisiä tai kiinteitä biopolttoaineita, tai ne voidaan käyttää sellaisenaan. Suotuisia kasvupaikkoja kasveille on mm. kesannoilla, entisillä tuotantosoilla tai elintarviketuotannosta vapautuneilla erilaisilla pelloilla. Suomen merkittävin peltoenergiakasvi on ruokohelpi, jonka tuotantoala oli vuonna 2013 kokonaisuudessaan noin 8 500 hehtaaria. (Motiva 2014b.)

4.10.7 Bioenergiaan sijoittaminen

1980-luvun alkupuolella osakesijoittaminen oli suosiossa ja metsää vältettiin, mutta 2000-luvulla tilanne on osittain kääntynyt. Nykyään puutuotanto on tuottojen suhteen kolmannella sijalla heti sijoitusasuntojen ja valtion obligaatioiden jälkeen. Paras kausi metsänomistajan kannalta oli vuosina 1993–2005, jonka aikana puutuotannosta pystyi saamaan viiden prosentin reaalikoron. Vuosi 2010 oli myös hyvä vuosi, jolloin metsäteollisuuden osakkeille saattoi saada 50 prosentin nimellistuoton. Samaan aikaan osakkeilla sai keskimäärin tuottoa 21 prosenttia ja puutuotannolla 13 prosenttia. Jos metsäteollisuuden osakkeita tarkastellaan pidemmällä ajanjaksolla, ovat ne tuottaneet hieman keskimääräistä pörssiosakkeiden tuottoa heikommin. (Maaseudun Tulevaisuus 2011.)

Suomessa on jo paljon yrityksiä, jotka ovat jollain tavalla mukana bioenergia-alalla. Fortum ja Neste Oil ovat mukana bioenergia-alalla biopolttoaineillaan. Muita alalla toimivia yhtiöitä ovat mm. UPM-Kymmene, Outotec, Stora Enso, Metso ja Pöyry. Bioenergia-alasta kiinnostuneille sijoittajille on tarjolla useita vaihtoehtoja. (FIM 2014c.)

Cleantech Invest -yritys sijoittaa uusiutuvaan energiaan, kuten mm. bioenergiayrityksiin jollaisia ovat mm. Metgen Oy sekä BT Wood. Metgen Oy valmistaa entsyymejä, joiden avulla saadaan aikaan energiasäästöjä biopolttoaineteollisuudessa ja metsäteollisuudessa. BT Wood kehittää teollisuudelle puunsuojakemikaaleja, jota on esim. palonsuojausaine. Kysyntää yritykselle tuo kiristynyt ympäristölainsäädäntö. (Cleantech Invest 2014.)

Yksityishenkilön on mahdollista sijoittaa osakkeisiin erilaisten välikäsiä kautta, joita ovat mm. kaikki pankit ja erilaiset rahastot. Pankeissa arvo-osuustilin pitäminen on yleensä maksullista, ja osakekauppaa koskevia päätöksiä varten täytyy alussa sopia tapaaminen sijoitusneuvojan kanssa. Pankkien välityksellä on mahdollista ostaa sekä kotimaisia että ulkomaisia osakkeita. (TalousSuomi 2014.)

Nordnet on yritys, johon yksityissijoittaja voi avata oman arvo-osuustilin maksutta. Osakekaupan voi myös aloittaa saman tien eikä osakkeiden säilytyksestä peritä kuukausimaksuja. Kaupankäyntikulut ovat min. 3 euroa/osakeosto. Nordnet tarjoaa

osakekauppojen lisäksi muutakin palvelua kuten sijoitusaiheisia blogeja sekä perustietoa osakesäästämistä. Nordnetin kautta voi ostaa myös ulkomaisia osakkeita. (TalousSuomi 2014.)

FIM on suomalainen sijoituspalveluyritys, jonka kautta yksityissijoittajat voivat investoida mm. osakkeisiin. Elokuussa 2013 FIMistä tuli osa suomalaista S-Pankkia. Asiakkaan täytyy ensin luoda yhtiöön oma arvo-osuustili, jonka jälkeen voi ostaa osakkeita joko suoraan itse tai meklarin välityksellä. (FIM 2014b & FIM 2014c.)

OP:n kautta on mahdollista sijoittaa kahteen erilaiseen rahastoon, jotka sijoittavat ilmastonmuutosta vastaan taisteleviin yrityksiin. Rahastojen tarjoamat yritykset ovat mukana mm. tuulivoimassa, aurinkoenergiassa, vesivoimassa ja biomassassa. Rahastoja on kaksi, A ja B, joista sijoittaja voi valita itselleen sopivamman tai sijoittaa molempiin. Tuottoa A rahastolle on kertynyt vuodessa 14,28 prosenttia ja rahasto B:lle tuottoa kertyi vuodessa 14,25 prosenttia. (OP 2014a; OP 2014b.)



Kuvio 17. OP-Ilmasto A:n koko tuotto historia. (OP 2014a.)

Nimi	Osuuden arvo	Pvm	Muutos %	Tuotto% 1 kk	Tuotto% 1 v
OP-Ilmasto B	18,26	17.11.2014	-0,22%	+7,65%	+14,25%

Kuukausimuutokset | Kvartaalimuutokset | Vuosimuutokset | Koko historia



Kuvio 18. OP-Ilmasto B:n koko tuotto historia. (OP 2014b.)

4.10.8 Bioenergian tulevaisuus

Cleantech ja biotalous voivat tulevaisuudessa olla kasvualoja Suomessa, ja arvioiden mukaan biotaloudella on mahdollisuus tuplata arvonsa vuoteen 2030 mennessä. Lainsäädäntö tukee niin biotalouden kuin cleantechin kasvua, jota pyritään edistämään esim. tehokkuustavoitteilla, karsimalla ympäristölle haitallisia tukia sekä panostamalla tutkimuksiin ja tuotekehitykseen. Myös Suomen hallituksen tekemät päätökset voivat vaikuttaa paljon biotalouden tulevaisuuden näkymiin. (KEMIA 2014b, 12.)

Biopolttoaineiden käytön on arvioitu lisääntyvän tulevaisuudessa, sillä kulkuneuvoja kehitetään jatkuvasti siihen suuntaan. Etanolilla sekä metanolilla voidaan korvata bensiini ja biodiesel taas korvaa tavallisen dieselin. Suomessa on myös käynnistynyt tehdashankkeita suomalaisen etanolin luomiseksi, sillä sen hinta on noussut. (Tilastokeskus 2007.)

Tulevaisuudessa bioenergian tuotantoa pitää vielä tehostaa, mikä tarkoittaa mm. raaka-aineiden muuttamista tiheämmäksi, jolloin raaka-aineita on helpompi kuljettaa ja varastoida. Myös sertifiointi- ja kauppajärjestelmä voi parantaa bioenergian asemaa markkinoilla. (Vattenfall 2014b.)

Vuonna 2013 Bioenergia ry:n jäsenille tehtiin kysely siitä, kuinka monta prosenttia alan yrityksistä uskoo taloudellisen tilanteen parantuvan sinä vuonna. 45 prosenttia

vastanneista edustajista oli positiivisia tulevaisuuden suhteen, ja 40 prosenttia edustajista uskoo tilanteen pysyvän samana. Alalla eletään myös epävarmuuden aikaa investointien kannalta. Bioenergian tukien epävarmuus ja lupien vaikea saaminen voivat vaikeuttaa hankkeita ja niiden prosesseja. Tukipolitiikan kehittymistä on myös vaikeaa ennustaa, ja ympäristöllisistä muutoksista on hankalaa pysyä ajan tasalla. (Etelä-Suomen Sanomat 2013.)

5 Haastattelut

Haastattelin työhöni yhteensä neljää henkilöä, joista kaksi työskentelee samassa yrityksessä. Mukana olevat yritykset ovat Taaleritehdas, United Bankers ja SEB. Tarkoituksena oli hakea erityyppisiä asiantuntijoita, jotta vastauksista saataisiin mahdollisimman monipuoliset. Taaleritehtaalta haastattelin Taamir Fareedia ja Tero Luomaa. Fareed on yrityksessä tuulienergian johtaja, ja Luoma on bioenergian sijoitusjohtaja. Taaleritehtaan asiantuntijoilta hain kahta eri näkökulmaa opinnäytetyöhöni.

United Bankersista haastattelin toimitusjohtaja Mikael Beckiä, joka on mukana UB Nordic Forest Fund rahaston toiminnassa. Beckin kautta sain tietoa bioenergiasta, mutta erityisesti metsäalaan liittyen. Näin ollen hänen vastauksensa eroavat Taaleritehtaan Luoman vastauksista. SEB:stä haastattelin Senior Transaction Managerina toimivaa Pekka Jokimiestä, joka on yrityksessä perehtynyt tuulivoimahankkeiden rahoituspuoleen. Hän toi haastatteluihin erilaisen näkökulman rahoituksen kannalta.

Haastattelut toteutettiin sähköisesti niin, että jokaiselle haastateltavalle lähetettiin pohja, joka sisälsi heille suunnatut kysymykset. Pohjissa on olemassa punainen lanka, mutta koska haastateltavien työnkuvat olivat erilaisia, kysymyksiä muokattiin osittain. Taaleritehtaan asiantuntijoille esitetyt kysymykset olivat melkein identtiset.

5.1 Taaleritehdas

Taaleritehtaan asiantuntijoiden kysymykset olivat identtiset ja koskivat samoja asioita. Koska toinen haastateltavista oli tuulivoiman (Taamir Fareed) ja toinen bioenergian (Tero Luoma) asiantuntija, olivat vastaukset hieman erilaisia toisistaan. Molemmat osasivat tuoda esiin tärkeitä ja ajankohtaisia näkökulmia sekä jakaa näkemyksiä tulevaisuudesta.

5.1.1 Taamir Fareed ja Tero Luoma

Molemmat haastateltavat antoivan selkeän aikajanan yrityksensä projekteille. Kumpikin osapuoli kertoo jo toteutuneista projekteista, ja samalla valotettiin myös tulevia hankkeita ja niiden kokoa. Taaleritehtaalla näyttää olevan enemmän projekteja tuulivoimaan liittyen, mutta myös bioenergiaprojektien määrä on kasvussa. Hankkeiden sijainneista selviää, että voimaloita on sijoitettu eri puolelle Suomea. Kävi myös ilmi, että eräs biokaasuteknologiayritys on isossa roolissa mukana bioenergian hankkeissa. Lisäksi tiedot tuulivoiman laitosten koosta antavat selkeän kuvan siitä, kuinka tehokkaita rakennetut ja rakenteilla olevat voimalat oikein ovat.

“Taaleritehtaalla on kaksi tuulipuistoa valmiina tuotannossa ja kaksi tuulipuistoa rakenteilla. Honkajoen tuulipuisto koostuu yhdeksästä tuulivoimalasta joiden yhteenlaskettu teho on 21,6 MW ja vuosituotanto n. 65 GWh. Iissä Nybyn tuulipuistossa on toiminnassa kahdeksan tuulivoimalan tuulipuisto jonka kokonaisteho on 19,2 MW ja sen vuosituotantoarvio on n. 62 GWh. Iin Nybyn tuulipuiston viereen on parhaillaan rakenteilla Myllykankaan tuulipuisto, jonne rakentuu 19 voimalaa. Myllykankaan tuotantoteho on 45,6 MW ja sen vuosituotantoarvio on n. 142 GWh. Neljäs tuulipuistokohteemme on Pajukosken tuulipuisto Ylivieskassa. Tuulipuistoon on rakenteilla 9 voimalaa, joista Taaleritehtaan tuulitehdas omistaa 7 voimalaa. Kyseisten 7 voimalan tuotantoteho on yhteensä 23,1 MW ja niiden vuosituotanto n. 70 GWh.” (Fareed, T. 12.11.2014.)

“Taaleritehtaalla on Biotehdas-pääomarahasto, jonka tehtävänä on rakentaa Suomeen valtakunnallisesti toimiva biokaasulaitosten verkosto. Käytännössä tämä tarkoittaa, että rahasto omistaa Vampulassa toimivan biokaasulaitoksen, joka on toiminut vuodesta 2010 ja on rakentanut kolme uutta laitosta Suomeen eli Kuopioon, Honkajoelle ja Ouluun. Näiden lisäksi on suunnitteilla vielä 1-3 investointipaikkakuntaa. Rahasto omistaa myös biokaasuteknologiayritys Watrec Oy:n, joka suunnittelee ja toteuttaa laitokset.” (Luoma, T. 12.11.2014.)

Sijoittaminen hankkeisiin tapahtuu sekä bioenergiassa että tuulivoimassa samalla tavalla. Projekteihin investoivien sijoittajien täytyy olla Taaleritehtaan asiakkaita. Hankkeet suljettiin aina, kun tietty määrä tarvittavaa pääomaa oli täyttynyt. Taaleritehtaalla ensimmäinen tuulivoimahanke sulkeutui hyvinkin nopeasti johtuen isosta kysynnästä, ja sama tapahtui ensimmäiselle bioenergiaprojektille. Projekteihin ei pääse mukaan pienellä pääomalla, vaan sijoituksen on oltava melko suuri.

“Taaleritehtaan tuulitehdas on rahasto, jonne Taaleritehtaan asiakkaat voivat sijoittaa varojaan. Taaleritehtaan ensimmäinen tuulivoimarahasto lanseerattiin 8.12.2010 ja suuren kysynnän vuoksi rahasto jouduttiin sulkemaan välittömästi tammikuun lopussa 2011. Taaleritehdas lanseerasi toisen tuulivoimarahaston kesällä 2014 ja se sulkeutui lokakuussa 2014.” (Fareed, T. 12.11.2014.)

“Taaleritehdas tarjosi asiakkailleen mahdollisuutta sijoittaa Biotehdas-rahastoon vuonna 2012. Rahasto tuli lyhyessä ajassa täyteen sijoituksia. Täten tällä hetkellä ainoa tapa päästä mukaan sijoittamaan näihin kohteisiin on se, että joku nykyisistä osuudenomistajista myy omistuksensa. Rahaston sijoittajat omistavat Biotehdas-ketjun kokonaisuudessaan eli kaikki Suomeen tehtävät laitokset ja niiden liiketoiminnan. Pienin sijoitettava summa, jolla pääsi mukaan rahastoon oli 100 000 e.” (Luoma, T. 12.11.2014.)

Sijoituskohteiden tuotto on bioenergiassa korkeampi verrattuna vaikka arvopapereihin. Tuulivoimalla tavoitellaan vuosittain n. 10 prosentin tuottoa sijoitetulle omalle pääomalle. Tuulivoiman toiminnassa on mukana paljon erilaisia riskejä, kuten mm. alueiden tuulisuus, teknologia, vieras pääoma ja kustannusten ylittyminen sekä niiden syntymiseen vaikuttavia tekijöitä. On tärkeää ymmärtää riskejä ja ottaa niistä selvää, jotta ne voidaan minimoida mahdollisimman hyvin. Riski-tuotto suhde on mahdollista pitää hyvässä tasapainossa hankkeissa, kun sen toteuttajat ovat kokeneita ammattilaisia.

“Rahaston tavoiteltu vuosituotto on n. 10% sijoitetulle omalle pääomalle. Merkittävimpiä riskejä tuulivoimainvestoinneissa ovat luonnollisesti alueen tuulisuus, joka määrää vuosittaisen tuotannon. Tuulisuus vaihtelee merkittävästi kuukausittain ja vuosittain. Muita riskejä ovat luonnollisesti tuulivoimaloiden teknologiset riskit, vieraan pääoman riskit sekä rakentamisen kustannusten ylittymisenriskit. Riskejä voidaan minimoida osaavalla ja ammattitaitoisella toiminnalla sekä oikeilla teknologisilla valinnoilla. Ammattimaisesti hoidetuilla tuulivoimainvestoille riski-tuotto suhde saadaan hyväksi.” (Fareed, T. 12.11.2014.)

“Rahaston tuottotavoite on liikesalaisuus, joka on kerrottu rahaston sijoittajille sijoituspäätöstä tehtäessä. Yleisesti voin todeta, että rahaston tuottotavoite on korkeampi kuin yleisempien arvopapereiden tuotto-odotus.” (Luoma, T. 12.11.2014.)

Bioenergialla ja tuulivoimalla on molemmilla paljon erilaisia haasteita, jotka voivat vaikeuttaa niiden etenemistä. Kumpikin asiantuntija osasi kertoa haasteista laajasti ja monipuolisesti. Ongelmia saattavat aiheuttaa mm. juridiset seikat, ihmisten mielipiteet ja julkinen sektori. Sijoittajan on hyvä olla perillä mahdollisista hankkeisiin liittyvistä haasteista. Asiantuntijat saivat luotua hyvin realistisen kuvan kaikesta, mitä voi tulla eteen ja tapahtua. Molemmissa energiamuodoissa on haasteita, jotkut toiset niistä hyvin samankaltaisia.

“Tuulivoima on uusi energiantuotantomuoto Suomessa ja se herättää paljon keskustelua ja ennakkoluuloja. Merkittävin haaste tuulivoimalla on Suomessa ollut tuulivoimahankkeiden luvitusprosessien monimutkaisuus ja puuttuvat selkeät ohjeistukset lupaprosessien eteenpäin viemiseksi. Ihmisten ennakkoluuloja lisäävät merkittävästi virheellinen negatiivinen uutisointi, joka on lähes päivittäistä. Ihmisten asenteet ja virheelliset käsitykset tuulivoimasta ovat kuitenkin muuttumassa lisääntyvät oikean tiedon ja aitojen kokemusten myötä.” (Fareed, T. 12.11.2014.)

“Suurin haaste on saada laitoksen rakentamiseen vaadittavat luvat sopivassa aikataulussa. Valitettavasti Suomessa luvan saamiseen menee 2-3 vuotta, joka on investoijan kannalta aivan liian pitkä aika. Lisäksi alhainen valituskynnys vaikeuttaa asioita. Toisena tärkeänä tekijänä on saada hankittua riittävän laaja raaka-ainevirta laitokselle eli saatava sopimuksia orgaanisen jätteen käsittelystä sopivaan hintaan. Yleisesti sanoen julkisen sektorin päätöksenteon hitaus on osoittautunut merkittävimmäksi haasteeksi investointisuunnitelman toteuttamiselle.” (Luoma, T. 12.11.2014.)

Lopuksi haastateltavat analysoivat sitä, miltä tulevaisuus heidän mielestään näyttää tuulivoiman ja bioenergian kannalta. Molemmilla asiantuntijoilla oli asiasta selkeä näkemys ja käsitys, mitä tulevaisuus tuo tullessaan. Kumpikin asiantuntija tuo esille bioenergian ja tuulivoiman positiivisia vaikutuksia ja potentiaalia. Haastateltavat ovat sitä mieltä, että tulevaisuus näyttää kokonaisuudessaan hyvältä. Vastauksista käy myös ilmi, että asiantuntijoilla on konkreettisia esimerkkejä ja paljon tietoa tulevaisuuteen liittyen.

“Tuulivoiman tulevaisuus Suomessa näyttää hyvältä. EU:n energia- ja ilmastotavoitteiden mukaisesti Suomi on sitoutunut lisäämään tuulivoimatuotantoa n. 1000 tuulivoimalaan vuoteen 2020 mennessä. Myös tuulivoiman lisäämistä vuoteen 2025 ja 2030 on suunniteltu, mutta sitovia tavoitteita ei ole vielä muodostettu. Tuulivoima on tulevaisuudessa merkittävä sähköntuotantomuoto Suomessa sillä tullaan tuottamaan vuonna 2020 n. 6-7% Suomen sähkönkulutuksesta ja vastaavasti n. 9 % sähkönkulutuksesta vuonna 2025. Suomessa on merkittävä potentiaali tuulivoiman lisäämiselle myös noiden tavoitteiden jälkeen. Tuulivoima tuleekin työllistämään yhä useampia ihmisiä Suomessa lähivuosina ja tuulivoiman luomat mahdollisuudet tulee Suomessa hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti.” (Fareed, T. 12.11.2014.)

“Varsin hyvältä. Suomessa astuu voimaan 2016 orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto, jonka myötä näille jätejakeille on löydettävä uusia

käsittelytapoja. Biokaasulaitokset vastaavat tähän tarpeeseen ja ovat parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa BAT (eng. Best Available Technology status). Sekä Suomessa että maailmalla biokaasumarkkinoilla on voimakas kasvuvaihe ja laitoksia rakennetaan useassa maassa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa tehdään vastaavanlaista ketjua kuin Suomessa. Biokaasu uusiutuvan energian muotona on monikäyttöinen, ja on nähtävissä esimerkiksi liikennebiokaasun kysynnän kehittyminen, joten sekä jätehuollon näkökulmasta että energiatuotannon näkökulmasta bioenergian, ja erityisesti biokaasun tulevaisuus näyttää varsin hyvältä.” (Luoma, T. 12.11.2014.)

Loppupäätelmänä haastatteluista on se, että molemmat energiamuodot ovat hyviä sijoituskohteita, mutta niihin liittyy tiettyjä riskejä ja haasteita, jotka täytyy ottaa huomioon. Tulevaisuus voi tuoda tullessaan erilaisia muutoksia, mutta tällä hetkellä tilanne näyttää asiantuntijoiden mielestä melko positiivisilta. Tuulivoiman ja bioenergian käyttö tulee lisääntymään vuosien mittaan selvästi nykypäivään verrattuna.

5.2 SEB

Koska SEB:n haastateltava on enemmän asiantuntija tuulivoiman rahoituksen kannalta, olivat hänelle suunnatut kysymykset rahoituspainotteisia. Erilainen perspektiivi antoi enemmän monipuolisuutta haastattelujen kokonaisuudelle.

5.2.1 Pekka Jokimies

Rahoitusasiantuntijana toimivalla Jokimiehellä on alalta paljon kokemusta, ja hänelle on ehtinyt kertyä paljon projekteja alalla. Hankkeiden monipuolisuus tuo lisää arvoa hänen osaamiselleen. Tuulivoimahankkeissa Jokimies on mukana mm. Suomen projektien rahoitusjärjestelyissä. Hankkeiden rahoitus tapahtuu vieraan ja oman pääoman kautta. Vieraaseen pääomaan liittyy paljon asioita, jotka on hyvä huomioida hankkeiden suunnittelussa. Jos projektiin otetaan lainaa pankista, täytyy ensimmäiseksi selvittää erilaiset ehdot ja mahdolliset rajoitukset.

“Laajasti ottaen kokemuspiiriini kuuluu projekteja n. 25 vuoden ajalta seuraavilta sektoreilta: metsäteollisuus, energia, konepajateollisuus, laivanrakennus sekä infrastruktuurin ja kiinteistöjen rakentaminen Tuulivoimasektorilla olen ollut mukana SEB:in rahoittamissa projekteissa Suomessa.” (Jokimies, P. 13.11.2014.)

“Rahoitus koostuu oman ja vieraan pääoman osuuksista ja vieraan pääoman järjestäjä yleensä edellyttää tiettyä minimi omaa pääomaa projekteille. Vieras pääoma on tyypillisesti pankin järjestämää projektilainaa, jonka vakuutena ovat projektin koko omaisuus ja lainan ehdot on räätälöity projektin kassavirtoihin sopiviksi. Lainan ehdot sisältävät myös erilaisia rajoituksia koskien lisävelanottoa, osingonjakoa, investointeja ym. rahankäyttöä.” (Jokimies, P. 13.11.2014.)

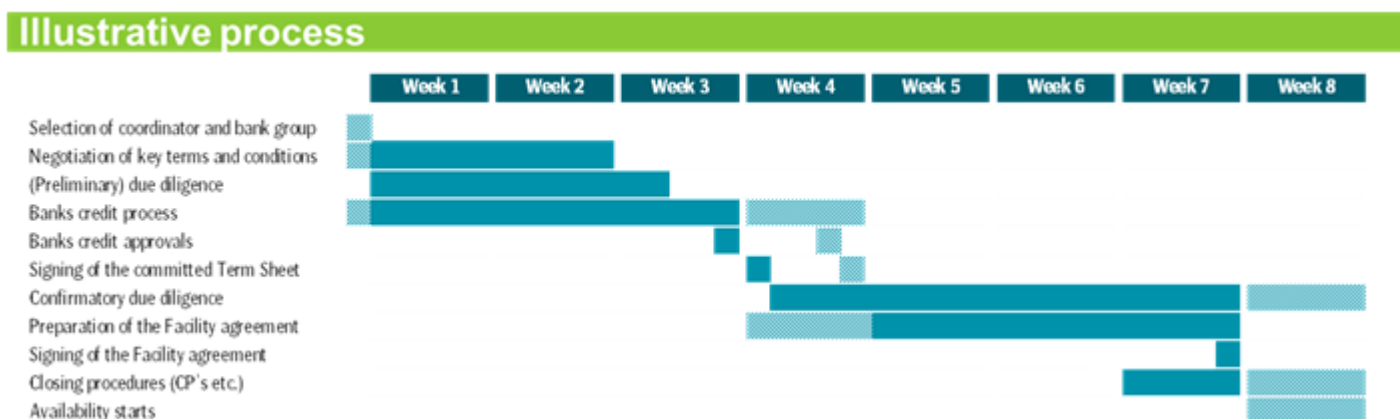
Hankkeiden rahoittamisessa riski-tuottosuhte on riippuvainen monista asioista. Jos rahoitusta otetaan esim. pankista, se määrittelee riskitason. Yleensä pankkien asettamat riski-tuotto suhteet ovat melko vakioita. Pankkien välillä voi myös olla erojariippuen siitä, miltä tasolta riski-tuotto suhdetta tarkastellaan. Voidaan siis todeta, että monet tekijät vaikuttavat riski-tuotto suhteen syntymiseen.

“Viranomaissäännösten mukaisesti pankki määrittelee kaikille projekteille riskiluokan joka puolestaan määrittelee kuinka paljon pankki joutuu allokoimaan omaa pääomaa lainajärjestelylle, joka puolestaan määrittelee pitkälti asiakkaalta laskutettavan lainamarginaalin. Lähtökohtaisesti pankin tavoitteellinen riski-tuotto –suhte on suhteellisen vakio, mutta markkinatilanteesta ja kilpailusta riippuen vaihtelee tapauskohtaisesti, kuitenkin tietyn (pankkikohtaisen) minimitason säilyttäen. Eroja pankkien välillä tulee myös siitä, että katsotaanko riski-tuotto suhdetta transaktiotasolla vai asiakastasolla (kaikki asiakkaalta saadut tai tulevaisuudessa saatavat tuotot huomioiden).” (Jokimies, P. 13.11.2014.)

Kun jokin hanke saadaan lopulta käyntiin, koko prosessi voi sisältää jopa yli kymmenen eri vaihetta. Jokimies antoi vastauksessaan yhden esimerkkiprojektin, jonka aikajana voi

olla jotain 2 kk - 12 kk väliltä. Kuva antaa selkeän käsityksen siitä, mitä vaiheita prosessi kokonaisuudessaan kattaa. Projektin kulkua on helppo seurata viikkotasolla ja nähdä kuinka paljon aikaa eri vaiheet vievät.

“Tässä esimerkkinä erään projektin prosessi ja aikataulu. Koko prosessin kesto vaihtelee projektikohtaisesti ollen 2 kk - 12 kk.” (Jokimies, P. 13.11.2014.)



Kuivo 19. Esimerkki prosessin eri vaiheista. (Jokimies, P. 13.11.2014.)

Myös Jokimiehellä on positiivinen näkemys tuulivoiman tulevaisuudesta, tosin rahoituksen kannalta. Vastauksesta käy ilmi, että työssä aikaisemmin mainittu syöttötariffijärjestelmä on Jokimiehen mielestä oleellisessa roolissa tulevaisuutta ajatellen. Myös Suomen sijainnilla, säännöksillä ja viranomaiskäytännöillä on positiivista vaikutusta tulevaisuudessa. Lisäksi Jokimies painotti Suomen sijaintia edulliseksi projektien, rahoittajien ja sijoittajien näkökulmasta.

“Tuulivoimarahoituksen kannalta myönteisiä asioita Suomessa ovat:

- Luotettaviksi ja läpinäkyviksi koetut säännökset ja viranomaiskäytännöt
- Vahva poliittinen tuki uusiutuvalle energialle; eurooppalaisessa vertailussa Suomi nähdään (vielä) taloudeltaan vahvana maana
- Atraktiivinen syöttötariffijärjestelmä

Em. syistä Suomi on kiinnostava maa projektinkehittäjille, sijoittajille ja rahoittajille ja rahoituksen saatavuuden (koskien sekä omaa että vierasta pääomaa) ei odoteta muodostuvan ongelmaksi lähivuosien aikana, edellyttäen tietysti että rahoitettavat projektit täyttävät tietyt minimivaatimukset mm. tuuliolosuhteiden ym. menestystekijöiden osalta.” (Jokimies, P. 13.11.2014.)

Kokonaisuudessaan Jokimies sai vastauksillaan tuotua esiin huomioitavia asioita prosesseissa ja rahoituksessa. Hänen monipuolinen asiantuntemuksensa toi painoarvoa vastauksiin ja antoi paljon tarkempaa tietoa sijoittajalle siitä, miten hankkeiden rahoitusjärjestyy, esimerkkikuvio projektin prosessien vaiheista auttaa sijoittajaa huomioimaan erilaiset vaiheet paremmin. Myös näkemys tulevaisuudesta voi lisätä sijoittajien luottamusta investoida alaan.

5.3 United Bankers

United Bankersin haastatettava henkilö on yrityksessä tällä hetkellä yksi metsäalan asiantuntijoista. Beckillä on kokemusta metsäalan lisäksi johto-, sijoitus- ja analyysitehtävistä. Metsäalan haastattelukysymykset tuovat hyvää vastapainoa aikaisemmin käsitellyille tuuliaiheisille haastattelukysymyksille.

5.3.1 Mikael Beck

Nordic Forest Fund on pääomarahasto, jonka sijoituskohteena ovat Keski-Suomen metsätilat Kokkola-Joensuu akselilla. Metsätilojen hankinnasta vastaa Forestor Oy yritys. Minimisijoitusaika rahastoon on 10 vuotta. Sijoittajalle rahasto tarjoaa loistavan suojan inflaatiolta. (United Bankers Oyj 2014, Dia 6 & 11.)

” Suomen metsään sijoittava Ky muotoinen rahasto.” (Beck, M. 24.11.2014.)

United Bankersin rahasto sulkeutuu lopullisesti marraskuun lopulla 2014, ja siihen voi sijoittaa 100 000 euron minimipääomasijoituksella. (United Bankers Oyj 2014, Dia 6.)

” 100.000 minimisijoitus, rahasto sulkeutuu tällä viikolla.” (Beck, M. 24.11.2014.)

Rahaston matalaa riskitasoa voi verrata yrityslainojen riskitasoon. Tuotto-odotus rahastolle on 7-10 % p.a ja inflaatio +5-7 %. Sijoituksen tuotto on parempaa kuin asunto- ja korkosijoituksissa. Kokonaistuotto koostuu kolmesta osa-alueesta: hakkuutuloista, metsämaan hinnanmuutoksista ja puuston arvonmuutosta. (United Bankers Oyj 2014, Dia 5, 6 & 7.)

” Erittäin hyvä, riski on matalan yrityslainojen riskitasoa ja tuotto-odotus 7-10 % p.a., lähes osakemarkkinoiden tasoa.” (Beck, M. 24.11.2014.)



Kuvio 20. Metsämaan hinnan kehitys vuosilta 1998-2013. (United Bankers 2014.)

Beck kuvaa metsäalan talouden haasteiden johtuvan pääasiassa perinteellisuuden alasajosta. Innovatiivisuus mekaanisella puolella ja puun laatu ovat toisia haasteita, jotka Beck mainitsee. Puun ekologinen kehitys ja käyttömukavuus ovat ominaisuuksia, jotka lisäävät puun kysyntää. Tämä voi vaikeuttaa laadukkaan puun saamista. (United Bankers Oyj 2014, Dia 9.)

” Metsätalouden haasteet ovat liittyneet enemmän perinteellisuuden alasajoon, joka on loppupeleissä erittäin pieni osa puun käyttöä. Muutoin

haasteita ovat mekaanisen puolen innovatiivisuus ja puun laatu.” (Beck, M. 24.11.2014.)

Beck on hyvin positiivinen metsä-alan tulevaisuudesta. Hän uskoo että tukkipuun kysyntä tulee kasvamaan tasaista vaihtua tulevaisuudessa. Beck myös uskoo, että Suomella on hyvä asema markkinoilla ja kilpailussa kysynnän kasvaessa. Hyvän kilpailijan Suomesta tekee se, että tukkipuu ja metsämaa ovat hinnaltaan edullisia. Hyvät tieyhteydet ja tukkipuun monipuolisuus lisäävät Suomen potentiaalia metsämarkkinoilla. (United Bankers Oyj 2014, Dia 8.)

” Metsäsektorin tilanne näyttää positiiviselta, hyvälaatuisen tukkipuun kysyntä kasvaa maailmalla tasaisesti ja Suomen kilpailuasema on tässä hyvä.” (Beck, M. 24.11.2014.)

Kokonaisuudessaan Beck toi vastauksillaan esiin hyviä pointteja ja asioita, jotka voivat tapahtua jo lähitulevaisuudessa. Beckin kokemus antaa painoarvoa vastauksiin, ja lisää sijoittajan luottamusta rahastoon sijoittamiseen. Metsäpuolen vastaukset Beckiltä toivat hyvää tasapainoa aikaisemmin käsitellylle bioenergian haastattelulle.

6 Johtopäätökset

Työni tavoitteena oli selvittää sijoittajan näkökulmasta, minkälaisia sijoituskohteita tuulivoima ja bioenergia ovat. Sijoittajan silmin katsottuna molemmilla uusiutuvan energian muodoilla on huomattavaa potentiaalia Suomen markkinoilla ja paljon annettavaa sijoitusmielessä. Kumpikin sijoituskohte tarjoaa sijoittajalle mahdollisuuden investoida tuulivoimaan ja bioenergiaan hyvällä tuotto-odotuksella ja matalalla riskitasolla. Syöttötariffijärjestelmä on suuri syy sijoittaa tuulivoimaan ja bioenergiaan nyt, koska se tuo tukea näille uusiutuvan energian muodoilla tuotetulle sähkölle.

Sijoittajalle on olemassa useita vaihtoehtoja miten bioenergiaan ja tuulivoimaan voi sijoittaa. Erilaiset rahastot ja pörssiosakkeet ovat yksinkertaisimmat keinot sijoittajalle investoida. Jos sijoittaja haluaa investoida rahastoon, on niiden kautta mahdollista päästä mukaan erilaisiin hankkeisiin. Pörssin kautta sijoittaja voi investoida suoraan

tuulivoima tai bioenergia yrityksiin. Markkinoilla on myös olemassa piilotuulivoima ja – bioenergia yhtiöitä, jotka ovat osittain mukana uusiutuvan energian toiminnoissa.

Suomessa on tällä hetkellä käynnissä monia eri bioenergian ja tuulivoiman hankkeita. Suurin ajankohtaisin tuulivoimaprojekti tällä hetkellä on Taaleritehtaan ja Loite Energian yhdessä toteuttama 350 miljoonan euron tuulipuisto kokonaisuus. Projekti koostuu pienemmistä hankkeista jotka Taaleritehdas osti omistamalleen Tuulitehdas II Ky:lle. Bioenergian suurin hanke tällä hetkellä Suomessa on Metsä Groupiin kuuluvan Metsä Fibren investointi Äänekoskelle. Hanke koskee edistyksellistä biotuotetehdasta, jossa voitaisiin tuottaa sellun lisäksi biotuotteita. Jos investointi toteutuu, se tulee olemaan hyvin suuri edistys askel bioenergialle Suomessa.

Tuulivoiman ja bioenergian tulevaisuus näyttää tällä hetkellä positiiviselta. Molemmilla sijoituskohteilla on tukena ja apuna syöttötariffijärjestelmä. Kummallakin kohteella on mahdollisuus tuoda Suomeen tulevaisuudessa lisää työpaikkoja ja lisätä esim. bioenergian erilaisten tuotteiden vientiä ulkomaille. Tällä hetkellä hankkeille on paljon kysyntää ja uusiutuvan energian ala on yleistymässä jatkuvasti. Nopesti kehittyvä teknologia parantaa tuulivoimaloiden tehoja sekä bioenergian tuotteiden tuotantoa ja varastointia.

Vuodelle 2020 asetetut ympäristötavoitteet voivat myös toteutua odotetusti, jos uusiutuvan energian kehitys jatkuu hyvällä menestyksellä. Biopolttoaineiden käyttö liikenteessä ja ajoneuvoissa tulee myös lisääntymään huomattavasti tulevaisuudessa. Biotalous kasvulla on tulevaisuudessa tukena lainsäädäntö.

6.1 Tuloksien uskottavuus

Työn tutkimustulokset perustuvat lähteiden määrään ja niiden monipuolisuuteen. Perinteisten sijoituskohteiden tietolähteenä käytettiin suurimmaksi osaksi erilaisia kirjoja ja jonkin verran Internetlähteitä. Uusiutuvan energian lähteet poikkeavat perinteisten sijoituskohteiden lähteistä, koska niissä käytettiin paljon artikkeleita. Osa artikkeleista löytyi erilaisista sanomalehdistä, osa alan lehdistä ja osa Internetistä.

Varsinkin bioenergiasta oli vaikeaa löytää kirjallista, koska ala on vielä niin tuore markkinoilla, ja sama koski osittain myös tuulivoimaa. Artikkeleissa oli kuitenkin se hyvä puoli, että ne olivat hyvin ajankohtaisia ja niitä kertyi koko opinnäytetyön aikana suuri määrä. Ajankohtien vaihtelu toikin sopivassa tasapainossa vanhempaa ja uudempaa tietoa pitkin opinnäytetyön projektia.

Omien lähteiden tueksi haastattelin alan asiantuntijoita eri osa-alueilta. Tämä sai aikaan persoonallisia näkökulmia tuulivoimaan ja bioenergiaan. Vastauksien avulla sain myös täydennystä jo artikkeleista keräämiini tietoihin. Tutkimukseni ja lähteiden tarkoituksena on ollut avartaa sijoittajan näkökulmaa uusiutuvan energian sijoitusmuotoihin ja tarjota niitä vaihtoehtoisena sijoituskanavana. Asiantuntijoiden avulla sain paremmin luotua selkeän kokonaisuuden ja mahdollisesti luomaan sijoittajallekin positiivista kuvaa uusiutuvan energian sijoitusmuotoja kohtaan.

6.2 Tutkimuksen yhteenveto

Tutkimuksesta saatujen perusteella voidaan todeta, että tuulivoimalla ja bioenergialla on paljon potentiaalia pärjätä nykyisille perinteisille sijoituskohteille Suomessa. Bioenergialla ja tuulivoimalla tuotetun sähkön apuna ja tukena on isossa roolissa syöttötariffijärjestelmä. Myös jatkuvasti enemmän korostuva ympäristöystävällisyys ajaa hyvin uusiutuvan energian mahdollisuuksia menestyä markkinoilla tulevaisuudessa.

Tuloksista ilmenee myös tuulivoiman ja bioenergian kannattavuus, jota kuvastaa matalat rixsitasot ja hyvät tuotot. Tulevaisuudessa uusiutuvan energian sijoituskohteiden määrä tulee kasvamaan. Tämä antaa tulevaisuudessa sijoittajille enemmän mahdollisuuksia allokoida sijoituksiinsa mm. tuulivoimaa ja bioenergiaa paremmin. Koska uusiutuvalla energialle on markkinoilla paljon kysyntää, tulee lisää alan hankkeita varmasti hyvällä menestyksellä toteutumaan tulevaisuudessa. Sijoittajan kannattaa olla itse myös aktiivinen uusien projektien suhteen. Osaan hankkeista päästää mukaan olemalla esim. jonkin sijoitusyhtiön asiakas.

Markkinoilla osa perinteisistä sijoituskohteista ei pärjää riski-tuotto suhteellaan tuulivoimalle tai bioenergialle. Tällaisia perinteisiä sijoituskohteita ovat mm.

kiinteistösjoiutukset ja korkopaperit. Tietenkin uusiutuvaan energiaan liittyy paljon haasteita, joiden vaikutuksien suuruus vaihtelee. Tuulivoiman haasteita ovat mm. puolustusvoimat, voimaloiden melu, lupakäytännöt ja kalliit huollot. Bioenergian haasteet koostuvat mm. voimaloiden isoista investoinneista ja niihin saatavista tuista sekä logistisista ongelmista.

Tuulivoimalla ja bioenergialla on potentiaalia tuoda paljon lisää työpaikkoja ja viestiä Suomeen. Teknologian jatkuva kehittäminen vaikuttaa ketjureatkion tavoin myös esim. bioenergian erilaisiin tuotteisiin ja niiden laatuun. Bioenergian apuna on myös lainsäädäntö ja EU:lta saatava investointituki

6.3 Haastattelujen yhteenveto

Kaikkien haastateltavien yritykset ovat tekemisissä tuulivoiman ja bioenergian parissa eri tavalla. Taaleritehtaalla on molemmille uusiutuvan energian muodoille omia rahastoja. Näihin sijoittaja voi investoida 100 000 euron minimisijoituksella olemalla yrityksen asiakas, ja jos rahasto ei ole sulkeutunut. Tuulivoimarahaston 10 % tuotto-odotus on suurempi kuin esim. arvopapereilla.

SEB taas on mukana suurimmaksi osaksi tuulivoimahankkeissa rahoituksen kannalta. Projektien vieras pääoma koostuu yleensä pankista saadusta lainasta, johon voi liittyä erilaisia ehtoja koskien esim. uusia lainoja. Hankkeiden pituus vaihtelee 2-12 kuukauden välillä. United Bankersin kautta sijoittaja voi sijoittaa mm. metsäalan pääomarahastoon 100 000 euron minimisijoituksella ja myös jos rahastoa ei ole suljettu. United Bankersin metsäalan rahaston tuotto-odotus on 7-10 % p.a, joka on parempaa kuin asunto- ja korkosijoituksissa.

Taaleritehtaan Fareed ja Luoma kertovat rahastojen riskeihin kuuluvan tuulisuus, teknologia, kustannukset ja niiden ylittyminen sekä vieras pääoma. SEB:llä riskitaso voi vaihdella pankista riippuen, mutta taso säilyy melko vakiona. United Bankersin rahaston riskitasoa voi verrata yrityslainoihin.

Luoma ja Fareed Taaleritehtaalta pitävät juridisia seikkoja, ihmisten mielipiteitä ja julkista sektoria bioenergian ja tuulivoiman suurimpina haasteina. Metsäalalla United Bankersin Beck kertoo haasteina olevan paperiteollisuuden alasajo, innovatiivisuus mekaanisella puolella sekä puun laatu. Koska hyvä puu on nykyään niin kysyttyä, sen saaminen tulee vaikeutumaan.

Tulvaisuudesta kaikilla asiantuntijoilla oli hyvin positiivisia näkökulmia. Fareed uskoo tuulivoiman olevan tulevaisuudessa merkittävä sähköntuotantomuoto Suomessa ja sen myös sitä kautta työllistävän paljon uusia työntekijöitä. SEB:n Jokimies uskoo syöttötariffijärjestelmän, luotettavien säännösten ja viranomaiskäytäntöjen vaikuttavan tuulivoiman tulevaisuuteen positiivisesti. Hän pitää lisäksi Suomea vahvana maana ja uskoo tuulivoiman saavan vahvasti poliittista tukea.

Luoma kuvaa bioenergia-alalla olevan tällä hetkellä kasvuvaihe käynnissä.

Tulevaisuudessa biokaasun kysyntä tulee Luoman mukaan lisääntymään ja korvaamaan yhä enemmän fossiilisia polttoaineita. Myös vuonna 2016 voimaan astuva kieltö orgaanisen jätteen viemisestä kaatopaikoille voi mahdollisesti lisätä jätteiden hyödyntämistä biotuotannossa. Metsäalan tulevaisuudessa on odotettavissa tasaista kasvua tukkipuun kysynnälle, jossa Suomella on hyvä asema ja paljon potentiaalia. Metsämaan hankinta on myös tulevaisuudessa edullista, niin kuin tälläkin hetkellä.

6.4 Loppusanat

Uusiutuva energia ja bioenergia tarjoavat yrityksille kannattavia investointimahdollisuuksia sekä myös yksityisille sijoittajille mielenkiintoisen sijoittamisen vaihtoehdon perinteisten sijoitusmuotojen rinnalle. Piensijoittajille helpoin kanava ovat alan erilaiset sijoitusrahastot.

Koska EU ja valtiot ovat pyrkineet edistämään näille aloille tehtyjä investointeja, ne ovat jossain määrin riippuvaisia myönnettyjen tukien jatkumisesta. Investoinneilla on siis poliittista riskiä. Esimerkiksi mainittakoon EU:n esitys muuttaa polttoaineiden luokittelua mäntyöljyn osalta, mikä heikentäisi UPM:n Lappeenrannan biodieseltehtaan kannattavuutta. (Helsingin Sanomat 2014b.)

Nykyinen syöttötariffijärjestelmä tukee tuulivoiman ja bioenergian investointeja. Vaikka järjestelmä tulevaisuudessa lakkautettaisiin tai tukea heikennettäisiin, se ei varmastikaan lopettaisi uusiutuvan energian investointeja. Kiinnostus tulisi jatkumaan hyvin suurella todennäköisyydellä, mutta investointien kannattavuus pitäisi laskea silloin vielä tarkemmin. Varsinkin Suomen käyttämätön tuulivoimapotentiaali houkuttelee varmasti ulkomaisiakin investoijia edelleen. Biopolttoaineiden kysyntä saattaa tulevaisuudessa kasvaa, jos ne kelpuutetaan myös lentoliikenteen polttoaineeksi.

Tekniikan kehittyminen mm. tuulivoimaratkaisuihin tekee investoinneista tulevaisuudessa entistä kannattavampia. Australiassa kehitetään parhaillaan tuulivoimalamallia, joka toimisi ilman vaihteistoa. Tämä laskisi merkittävästi voimalan kokoa ja painoa sekä huoltojen tarvetta samalla kun päästäisiin paljon suurempiin tuotantotehoihin. (Science alert 2014.)

Alan houkuttelevuutta edistää myös uudistunut koulutustarjonta. Aalto-yliopistossa entinen puunjalostustekniikan koulutusohjelma on nykyisin biotuotetekniikan koulutusohjelma, joka perinteisen sellunvalmistuksen lisäksi opettaa biomassan muita käyttömuotoja. Alan opintoja tarjoavat myös jotkut Suomen ammattikorkeakoulut. (Aalto-yliopisto 2014.)

Lähteet

20s Money 2014. S&P 500 Chart: 1960-Present. Luettavissa:

<http://20smoney.com/2011/05/16/sp-500-chart-1960-present/>. Luettu 16.11.2014

Aalto-yliopisto 2014. Biotuotetekniikka – kehityksen kestävä koulutusta. Luettavissa:

<https://into.aalto.fi/display/fibtt/Etusivu>. Luettu 1.12.2014

Aktia 2014. Joukkovelkakirjalainat. Luettavissa:

<http://www.aktia.fi/fi/joukkovelkakirjalainat/joukkolainat>. Luettu 4.11.2014

Alireza Aslani, Marja Naaranoja & Kau-Fui V. Wong. 2013. Strategic analysis of diffusion of renewable energy in the Nordic countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 22, s. 497-505.

Anderson N. & Tuhkanen J. 2004. Järkevän sijoittamisen perusteet. 2. painos. Edita Publishing Oy. Helsinki.

Anssi Orrenmaa. 2014. Suuret tuulivoimapuistohaaveet toteutumassa Pohjanmaalla. *Rakennuslehti*, s. 4

Ari Lampinen. 2012. Aika kypsä biokaasun liikenne- ja työkonekäytölle. *Bioenergia*, 3, s. 22-23.

Beck, M. 24.11.2014. Toimitusjohtaja. United Bankers Oyj. Haastattelu. Helsinki.

Cleantech Invest 2014. Tuottoa luonnonvarojen tehokkaalla käytöllä. Luettavissa:

<http://www.cleantechinvest.com/mita-me-teemme/>. Luettu 27.9.2014

Eeva Kaura & Andreas Teir. 2013a. Maailman pellettimarkkinat ja niiden kehitys. *Bioenergia*, 5, s. 6-7

Finanssivalvonta 2011. Riski on osakkeiden kääntöpuoli. Luettavissa:
http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Finanssiasiakas/Artikkelit/Pages/05_2011.aspx#.VH3dyzGUexw. Luettu 2.12.2014

Energiateollisuus 2014. Vuorovesi- ja aaltoenergia. Luettavissa:
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/vuorovesi-ja-aaltoenergia>. Luettu 10.05.2014

Energiateollisuus 2014. Vuorovesi- ja aaltoenergia. Luettavissa:
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/vuorovesi-ja-aaltoenergia>. Luettu 12.2.2014.

Esko Lukkari. 2014a. Tuulivoimayhtiöt ja armeija napit vastakkain Itä-Suomessa. Kauppalehti, A, s. 11

Esko Lukkari. 2014b. Suomi voi saavuttaa tuulivoimatavoitteen jo vuonna 2019. Kauppalehti, A, s. 9.

EVLI 2014. Keskeisiä riskejä. Luettavissa:
<https://www.evli.com/net/FI/fi/yksityisille/sijoitusobligaatiot/keskeisiariskeja>. Luettu 2.11.2014

Fareed, T. 12.11.2014. Johtaja, Tuulienergia, DI. Taaleritehdas Oyj. Haastattelu. Helsinki.

FIM 2014a. Sijoitusobligaatiot. Luettavissa:
<https://www.fim.com/sijoituskoulu/obligatioihin-sijoittaminen>. Luettu 2.2.2014.

FIM 2014b. Osakkeet. Luettavissa: <https://www.fim.com/markkinatieto/osakkeet>. Luettu 5.10.2014

FIM 2014c. Tietoa FIMistä. Luettavissa: <https://www.fim.com/tietoa-fimista>. Luettu 5.10.2014

Finanssivalvonta 2010. Lyhennystapa ja takaisinmaksu. Luettavissa:
http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Finanssiasiakas/Tuotteita/Lainat/Asuntolainat/Lyhennystapa/Pages/Default.aspx#.UvYkffl_uSo. Luettu 8.2.2014.

Finanssivalvonta 2011. Riski on osakkeiden tuoton kääntöpuoli. Luettavissa:
http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Finanssiasiakas/Artikkelit/Pages/05_2011.aspx#.VFTZzPmUexw. Luettu 1.11.2014

Finavia 2014. LVM: Biopolttoaineiden käyttöönottoa lentoliikenteessä selvitetty.
Luettavissa: <http://www.finavia.fi/fi/tiedottaminen/ajankohtaista/2014/lvm-biopolttoaineiden-kayttoonottoa-lentoliikenteessa-selvitetty/>. Luettu 1.12.2014

Finlex 2010. Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta.
Luettavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101396>. Luettu 14.5.2014

Fortum 2014a. Aaltovoima. Luettavissa:
<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/aaltovoima/pages/default.aspx>. Luettu 10.05.2014.

Fortum 2014b. Bioöljy. Luettavissa:
<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/polttoaineet/biooljy/pages/default.aspx>. Luettu 7.9.2014

FVCA 2014. Mitä pääomasijoittaminen on?. Luettavissa: <http://www.fvca.fi/yrittajalle>.
Luettu 12.2.2014.

Helena Raunio. 2014. EU voitelee virtuaaliöljyllä. Tekniikka & Talous, s.7

Helsingin Energia 2014. Suvilahden aurinkovoimala. Luettavissa:
<https://www.helen.fi/aurinkovoimalat/suvilahti/>. Luettu 4.10.2014

Helsingin Sanomat 2014a. Ministeriöt kiistelevät, paljonko tuulivoimala saa meluta.
Luettavissa: <http://www.hs.fi/kotimaa/a1409806985527>. Luettu 4.10.2014

Helsingin Sanomat 2014b. EU haluaa muuttaa mäntyöljyn tähdeluokituksen.
Luettavissa: <http://www.hs.fi/talous/a1416979841340>. Luettu 1.12.2014

Henrik Schäfer. 2014. UPM:n dieseljalostamo syö 5-6 sellutehtaan mäntyöljyn.
Maaseudun Tulevaisuus, s. 11.

HKL 2014. Luettavissa:

http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/875aea8040888ccfa85cbbdc59c9b43f/hkl_esite_B5_176x250_2.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=875aea8040888ccfa85cbbdc59c9b43f. Luettu 27.9.2014

Hyrskke A., Lönnroth M., Savilaakso A. & Sievänen R. 2012. Vastuullinen sijoittaminen.
Tammerprint Oy. Tampere.

ICON Kiinteistörahastot 2014. Riskit. Luettavissa:

<http://www.iconfund.fi/fi/content/riskit>. Luettu 4.11.2014

Innopower 2011. Tulevaisuus tuo kasvua. Luettavissa:

http://www.innopower.fi/tuulivoima/tuulivoiman_tulevaisuus. Luettu 4.10.2014

Investori 2011a. Korkosijoitukset. Luettavissa:

<http://www.investori.com/j/artikkelit/korkosijoitukset/85-korkosijoitukset>. Luettu 2.11.2014

Investori 2011b. Hyödykkeitä salkkuun. Luettavissa:

<http://www.investori.com/j/artikkelit/indeksiosuudet-etf/105-etf-commodities>.
Luettu 2.11.2014

Jarno Hartikainen. 2014c. Biojalostamot pelkäävät raaka-ainekilpailua. Kauppalehti

Jianbang Gan. & C.T Smith. 2011. Drivers for renewable energy: A comparison among OECD countries. Biomass and bioenergy 35, s. 4497-4503.

- Jokimies, P. 13.11.2014. Senior Transaction Manager. SEB. Haastattelu. Helsinki.
- Juha Europaeus. 2013c. Kilpailu tuulivoimamarkkinoilla kiristyy. *Energia Uutiset*, 4, s. 24 & 26-27.
- Juha Granath. 2014a. Titaanien taistelu biodieselmekanoilla. *KEMIA*, 2, s. 14 & 17-19.
- Juha Kaihlanen 2014. Hakkeen tuoen rajaus uhkaa metsäenergian käyttötavoitetta. *Maaseudun Tulevaisuus*, s 8.
- Jussi Heinimö, Heikki Malinen, Tapio Ranta & André Faaij. 2011.. Renewable energy targets, forest resources, and second-generation biofuels in Finland. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Volume 5, s. 238-249.
- Kaisu Vaalto. 2014. Biotuotevalikoima kypsyy. *Metsä Groupin Viesti*, 3, s. 48-49.
- Kallunki J-P., Martikainen M. & Niemelä J. 2002. Ammattimainen sijoittaminen. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.
- Kari Peltonen. 2014a. Yhden prosentin myllyt. *Tekniikka & Talous*, s. 12-13
- Leena Manner. 2013. Bioenergiaohjelman 16 voimalaistosta. *Pohjolan Voima*, 1, s. 17-19.
- Lehto H., Luoma T. & Virolainen A-M. 2005. Energia yhteiskunnassa. Lukiolaisen käsikirja. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.
- Luoma, T. 12.11.2014. Sijoitusjohtaja. Taaleritehdas Oyj. Haastattelu. Helsinki.
- Maaseudun Tulevaisuus 2011. Metsään sijoittaminen osakkeita tuottoisampaa 2000-luvulla. Luettavissa:
<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/mets%C3%A4/mets%C3%A4%C3%A4n-sijoittaminen-osakkeita-tuottoisampaa-2000-luvulla-1.1267>. Luettu 18.11.2014

Marita Kokko. 2014. 10 rekallista pellettiä päivässä. Helen, 3, s. 18-21.

Markku Niskanen. 2013a. Taaleritehdas sijoittaa biokaasuun: Tavoitteena valtakunnallinen biokaasuverkosto. Energia Uutiset, 5, s. 32-35

Markku Niskanen. 2013b. Mikä innostaa tuulivoimaan sijoittamisessa?. Energia Uutiset, 1, s. 44-45.

Martikainen T. 1995. Arvopaperit. 1. painos. WSOY. Juva.

Merimari Kimpanpää. 2012. Aurinkosähkö ajaa muutokseen. Energia Uutiset, 5, s. 34-36.

Metsä. 2014. Metsä Group suunnittelee uuden sukupolven biotuotetehtaan rakentamista Suomeen. Luettavissa:

<https://newsclient.omxgroup.com/cdsPublic/viewDisclosure.action?disclosureId=605416&lang=fi>. Luettu 21.9.2014

Motiva 2010. Kansallinen uusiutuvan energian toimintasuunnitelma (NREAP).

Luettavissa:

[http://www.motiva.fi/files/4341/Kansallinen_uusiutuvan_energian_toimintasuunnitelma_\(NREAP\).pdf](http://www.motiva.fi/files/4341/Kansallinen_uusiutuvan_energian_toimintasuunnitelma_(NREAP).pdf). Luettu 16.11.2014

Motiva 2012. Uusiutuvan energian trendit Suomessa. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/files/6598/Uusiutuvan_energian_trendit_Suomessa_paiv._2012.pdf. Luettu 16.11.2014

Motiva 2013a. Uusiutuva energia. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia. Luettu 11.11.2013.

Motiva 2013b. Vesivoima. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/vesivoima. Luettu 14.11.2013.

Motiva 2013c. Lämpöpumput. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput. Luettu 14.11.2013.

Motiva 2013d. Ilmalämpö. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilmalampo. Luettu 14.11.2013.

Motiva 2014a. Liikenteen biopolttoaineet. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/liikenteen_biopolttoaineet. Luettu 7.9.2014

Motiva 2014b. Peltobiomassat. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat. Luettu 5.10.2014

Motiva 2014e. Investointituet uusiutuvalle energialle. Luettavissa:

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa/uusiutuvan_energian_tuet/investointituet_uusiutuvalle_energialle. Luettu 29.11.2014

Neena Kuukasjärvi. 2014. Metsähallituksen tuulivoimahankkeet. Metsä.fi, 2, s. 6-7.

OCED 2014. List of OECD Member countries – Ratification of the Convention on the OECD. Luettavissa: <http://www.oecd.org/about/membersandpartners/list-oecd-member-countries.htm>. Luettu 28.11.2014

OP 2014a. OP-Ilmasto A. Luettavissa:

https://www.op.fi/op/henkiloasiakkaat/saastot-ja-sijoitukset/kurssit-ja-markkinat/rahastokurssit/perustiedot?sivu=fund_basic_data.html&id=32461&type=chart&ID_NOTATION=18513233&sym=18513233. Luettu 19.11.2014

OP 2014b. OP-Ilmasto B. Luettavissa: <https://www.op.fi/op/op-pohjola-ryhma/op-pohjola-ryhma/osuuspankit/oma-pankkisi/oulun-osuuspankki-kastellin->

konttori?sivu=fund_basic_data.html&id=32461&type=chart&ID_NOTATION=18513234&sym=18513234. Luettu 19.11.2014

OP 2014c. Finanssialan lyhyt sanakirja. Luettavissa: <https://www.op.fi/op/op-pohjola-ryhma/taloudellinen-informaatio/finanssisananasto?id=80202&srcpl=8>. Luettu 2.11.2014

OX2 2014. Vähäinen riski, hyvä tuotto. Luettavissa: <http://www.ox2.com/fi/tuulivoima/sijoittajat/>. Luettu 18.11.2014

Pohjola 2014. Johdannaiset. Luettavissa: <https://www.pohjola.fi/pohjola/yritys--ja-yhteisoasiakkaat/markets/johdannaiset?id=325200>. Luettu 4.11.2014

Puttonen V. & Kivisaari T. 1998. Vaurastuminen. Varteenotettava vaihtoehto. WSOY. Juva.

Puttonen V. & Repo E. 2007. Miten sijoitan rahastoihin. 4. uudistettu painos. WS Bookwell Oy. Juva.

Pörssisäätiö 2010. Korkotaso suosii nyt osakesijoituksia. Luettavissa: <http://www.porssisaatio.fi/blog/2010/03/04/korkotaso-suosii-nyt-osakesijoituksia/>. Luettu 5.12.2013.

Reinhard Haas, Christian Panzer, Gustav Resch, Mario Ragwitz, Gemma Reece & Anne Held. 2011. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, s. 1003-1034.

Ritva Varis. 2013. Puulle vauhtia lisää!. *Puumies*, 6, s. 10-12.

Saario S. 2007. Saarion sijoituskirja. Miten sijoitan pörssiosakkeisiin. WS Bookwell Oy. Juva.

Science alert 2014. New superconductor-powered wind turbines could hit Australian shores in five years. Luettavissa: <http://www.sciencealert.com/new-superconductor-powered-wind-turbines-could-hit-australian-shores-in-five-years>. Luettu 1.12.2014

SEB 2014a. Wind Power Financing. PowerPoint.

SEB 2014b. Tietoa meistä. Luettavissa: <http://seb.fi/tietoa-sebsta/tietoa-meista>.
Luettu 19.10.2014

Seligson & CO 2014a. Osakerisjoitusten riski. Luettavissa:
http://www.seligson.fi/suomi/sijoitustieto/tiedostot/osakesijoitusten_riski.htm.
Luettu 1.11.2014

Seligson & CO 2014b. Osakemarkkinoiden tuotto-odotus. Luettavissa:
http://www.seligson.fi/suomi/sijoitustieto/tiedostot/osakesijoitusten_tuotto.htm.
Luettu 2.11.2014

SG-Power Oy 2013a. Etusivu. Luettavissa: <http://www.sg-power.fi/>. Luettu 17.5.2014

SG-Power Oy 2013b. Sijoittajille. Luettavissa: <http://www.sg-power.fi/sijoittajille>.
Luettu 17.5.2014

Sijoitusrahastot.org 2010a. Mihin kiinnittää huomiota. Luettavissa:
<http://sijoitusrahastot.org/rahastot-sijoitusrahasto-opas/mihin-kiinnittaa-huomiota/>.
Luettu 4.11.2014

Sijoitusrahastot.org 2010b. Rahastojen riskit. Luettavissa:
<http://sijoitusrahastot.org/rahastot-sijoitusrahasto-opas/rahastojen-riskit/>. Luettu
4.11.2014

Sijoitustalous.fi 2013. Tuulivoima sopii hyvin LähiTapiolan sijoitussalkkuun.
Luettavissa:

<http://www.sijoitustalous.fi/ajankohtaista/artikkeli/1310377451389/tuulivoima-sopii-hyvin-lahitapiolan-sijoitussalkkuun>. Luettu 17.5.2014

Sirpa Pietikäinen. 2014b. Biotalous tarjoaa Suomelle kasvun eväitä. KEMIA, 3, s. 12.

Smart Windpower Oy 2014a. Tuulivoima. Luettavissa: <http://www.smartwind.fi/>.
Luettu 17.5.2014

Smart Windpower Oy 2014b. Sijoittajille. Luettavissa:
<http://www.smartwind.fi/sijoittajat/>. Luettu 17.5.2014

Soili Semkina. 2013. Biojalostamoja nousee ennätystahtia. Kauppalehti, A, s. 6-7.

Stoxx 2014. Euro stoxx 50®. Luettavissa:
http://www.stoxx.com/indices/index_information.html?symbol=sx5e. Luettu
16.11.2014

St1 2014. RE85 – Jätepohjainen biopolttoaine. Luettavissa:
<http://www.st1.fi/tuotteet/re85>. Luettu 29.11.2014

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2014. Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakennuksissa. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Helsinki.

Suomen Tuuliatlas 2014. Tuuliatlas - tuulitiedot Suomen kartalla. Luettavissa:
<http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html>. Luettu 8.4.2014

Suomen Tuuliatlas 2014b. Tuulisuus Suomessa. Luettavissa:
<http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html>. Luettu 8.4.2014

Suomen Tuuliatlas 2014c. Tuulimittaukset Suomessa. Luettavissa:
http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/tuulisuus_1.html. Luettu 18.4.2014

Suomen Tuuliatlas 2014d. Tuuliatlaksen mallinnus. Luettavissa:
<http://www.tuuliatlas.fi/mallinnus/index.html>. Luettu 18.4.2014

Suomen Tuuliatlas 2014e. WAsP-malli. Luettavissa:
http://www.tuuliatlas.fi/mallinnus/mallinnus_2.html. Luettu 18.4.2014

Suomen Tuuliatlas 2014f. Säämallit. Luettavissa:
http://www.tuuliatlas.fi/mallinnus/mallinnus_1.html. Luettu 18.4.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014a. Tuulivoimatekniikka. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimatieto.fi/tuulivoimatekniikka>. Luettu 22.3.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014b. Miksi tuulivoimaa? Luettavissa:
http://www.tuulivoimatieto.fi/miksi_tuulivoimaa. Luettu 29.3.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014c. Tuulivoiman historiaa. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimatieto.fi/historia>. Luettu 22.3.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014d. Ilmastonmuutos. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimatieto.fi/ilmastonmuutos>. Luettu 29.3.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014e. Tuulienergiapotentiaali. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimatieto.fi/tuulienergiapotentiaali>. Luettu 29.3.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014f. Teollinen tuulivoima. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/teollinen>. Luettu 20.4.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014g. Tuulivoimalaitokset ja tuulivoimahankkeet Suomessa. Luettavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoimalaitokset>. Luettu 20.4.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014h. Tuulivoimahankkeet - Wind power Projects. Luettavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/hankkeet>. Luettu 20.4.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014i. Pientuulivoima. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/pientuulivoima>. Luettu 20.4.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014j. Tuulisähkö. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tuulisahko>. Luettu 20.4.2014

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014k. Tuulivoimatekniikka. Luettavissa:
<http://www.tuulivoimatieto.fi/tuulivoimatekniikka>. Luettu 18.11.2014

Suupohjan Sanomat 2014. Tuulivoiman riskit. Luettavissa:
<http://www.suupohjansanomat.fi/mielipide/yleis%C3%B6lt%C3%A4/tuulivoiman-riskit-1.1611158>. Luettu 18.11.2014

Taaleritehdas 2014a. Yritysinfo. Luettavissa:
<http://www.taaleritehdas.com/fi/yritysinfo.html>. Luettu 27.4.2014

Taaleritehdas 2014b. Taaleritehtaan tuulipuistot. Luettavissa:
<http://www.taaleritehdas.fi/fi/campaign/taaleritehtaan-tuulipuistot.html>. Luettu 27.4.2014

Taaleritehdas 2014c. Taaleritehtaille uusi 350 miljoonan euron tuulivoimahanke. Luettavissa: <http://www.taaleritehdas.fi/fi/news/taaleritehtaille-uusi-350-mijoonan-euron-tuulivoimahanke.html>. Luettu 27.9.2014

Taaleritehdas Oyj 2010. Tuulivoima. Sijoitusmuistio 8.12.2010. PowerPoint.

Taaleritehdas Oyj 2012. Bioenergia. Sijoitusmuistio 26.1.2012. Powerpoint.

Taaleritehdas Oyj 2012. Biokaasu 26.1.2012. PowerPoint.

Tage Fredriksson. 2013b. Taaleritehdas goes biotalous. Bioenergia, 2, s. 16-17.

Talouselämä 2010. Tuulivoima puskee pörssiin. Luettavissa:
<http://www.talouselama.fi/sijoittaminen/tuulivoima+puskee+porssiin/a2018371>.
Luettu 14.5.2014

Talouselämä 2013. Kiinteistörahastojen ovet avautuivat piensijoittajalle. Luettavissa:
<http://www.talouselama.fi/sijoittaminen/kiinteistorahastojen+ovet+avautuivat+piensi+joitajalle/a2184965>. Luettu 8.2.2014.

Taloussanomat 2013. Taloussanakirja: arvopaperi. Luettavissa:
<http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/termi/arvopaperi/>. Luettu 8.10.2013.

Taloussanomat 2014. Sähköä ilmaiseksi – luvassa yhä useammin. Luettavissa:
<http://www.taloussanomat.fi/energia/2014/11/20/sahkoa-ilmaiseksi-luvassa-yha-useammin/201416149/12>. Luettu 23.11.2014

TalousSuomi 2014. Osakesijoittaminen Luettavissa:
<http://www.taloussuomi.fi/sijoitus/osakesijoittaminen>. Luettu 5.10.2014

Tekniikka & Talous 2014a. Chempolis toimittaa kolme biojalostamoaa Kiinaan.
Luettavissa:
<http://www.tekniikkatalous.fi/kemia/chempolis+toimittaa+kolme+biojalostamoaa+kiinaan/a409463?service=mobile&page=4>. Luettu 23.11.2014

Tekniikka & Talous 2014b. Suomalainen biojalostamo Intiaan – Chempolis solmi aiesopimuksen intialaisen öljyjätin kanssa. Luettavissa:
<http://www.tekniikkatalous.fi/kemia/suomalainen+biojalostamo+intiaan++chempolis+solmi+aiesopimuksen+intialaisen+oljyjatin+kanssa/a1011155>. Luettu 23.11.2014

The big picture 2012. Revisiting stocks for the long run. Luettavissa:
<http://www.ritholtz.com/blog/2012/08/revisiting-stocks-for-the-long-run/>. Luettu 2.12.2014

Tilastokeskus 2007. Suomi on bioenergian suurvalta. Luettavissa:
http://www.stat.fi/artikkelit/2007/art_2007-04-18_004.html?s=0. Luettu 5.10.2014

TTY SMG Tuulivoimakurssi 2014. Taaleritehdas. Luettavissa:
http://www.tut.fi/smg/tp/kurssit/DEE-53020/luennot/luento_taamir_2014.pdf.
Luettu 27.9.2014

Tuulivoimaopas 2014a. Tuet tuulivoiman rakentamiselle. Luettavissa:
http://www.tuulivoimaopas.fi/yleista_tuulivoimasta/tuet_tuulivoimalle. Luettu
2.5.2014

Tuulivoimaopas 2014b. Tuulivoiman ympäristö- ja muut vaikutukset. Luettavissa:
http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto-_ja_muut_vaikutukset. Luettu 3.5.2014

Tuulivoimaopas 2014c. Tuulivoimalan äänet. Luettavissa:
http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto-_ja_muut_vaikutukset/aanet. Luettu
3.5.2014

Tuulivoimaopas 2014d. Vedenalaiset vaikutukset. Luettavissa:
http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto-_ja_muut_vaikutukset/vedenalaiset_vaikutukset. Luettu 3.5.2014

Tuulivoimaopas 2014e. Tutkavaikutukset. Luettavissa:
http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto-_ja_muut_vaikutukset/tutkavaikutukset.
Luettu 3.5.2014

Tuulivoimaopas 2014f. YVA-menettely. Luettavissa:
http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparisto-_ja_muut_vaikutukset/yva-menettely.
Luettu 23.11.2014

Työ- ja elinkeinoministeriö 2014. Uusiutuvan energian syöttötariffi. Luettavissa:
<http://www.tem.fi/index.phtml?s=3256>. Luettu 8.11.2014

Työ- ja linkeinoministeriö 2013. Uusiutuvan energian kansallinen toimintasuunnitelma (NREAP). Luettavissa:

[http://www.tem.fi/energia/uusiutuvat_energialahteet/raportointi_komissiolle/uusiutuvan_energian_kansallinen_toimintasuunnitelma_\(nreap\)](http://www.tem.fi/energia/uusiutuvat_energialahteet/raportointi_komissiolle/uusiutuvan_energian_kansallinen_toimintasuunnitelma_(nreap)). Luettu 11.11.2013.

United Bankers 2014. UB Nordic Forest Fund I. Luettavissa:

<http://unitedbankers.fi/ub-nordic-forest-fund/>. Luettu 25.11.2014

United Bankers Oyj 2014a. UB Nordic Forest Fund. PowerPoint, diat 1-14

United Bankers Oyj 2014b. UB Nordic Forest Fund. PowerPoint, diat 7, 9 & 18

Vacon 2012. Vacon sijoituskohteena. Luettavissa: <http://www.vacon.com/fi-FI/Sijoittajat/Vacon-sijoituskohteena/>. Luettu 19.10.2014

Valuuttakauppa.fi 2010. Standard & Poor. Luettavissa:

<http://www.valuuttakauppa.fi/standard-poor>. Luettu 26.11.2014

Vantaan Energia 2014. Tuulivoima on tulevaisuutta. Luettavissa:

<http://www.vantaanenergia.fi/fi/sahko/energial%C3%A4hdejakauma/tuulivoima/Sivut/default.aspx>. Luettu 8.11.2014

Vattenfall 2014a. Tuulivoiman tulevaisuus. Luettavissa:

<http://corporate.vattenfall.fi/tietoa-energiasta/sahkon-jalammontuotanto/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoiman-tulevaisuus/>. Luettu 8.11.2014

Vattenfall 2014b. Biomassan Tulevaisuus. Luettavissa:

<http://corporate.vattenfall.fi/tietoa-energiasta/sahkon-jalammontuotanto/tietoa-biomassasta/biomassan-tulevaisuus/>. Luettu 8.11.2014

Vuorinen A. 2009. Energiankäyttäjän käsikirja. Ekoenergo Oy. Espoo.

Yle 2014. Tuulivoima edelleen iso tuki, vaikka kannatus hiukan notkahti. Luettavissa: http://yle.fi/uutiset/tuulivoimalla_edelleen_iso_tuki_vaikka_kannatus_hiukan_notkahti/7484095. Luettu 4.10.2014

Liitteet

Liite 1. Taaleritehtaan haastattelujen kysymykset

1. Minkälaisia toteutuneita tuulivoima/bioenergia projekteja/sijoituskohteita Taaleritehtaalla on ?
2. Miten projekteihin pääsee mukaan sijoittamaan ?
3. Minkälainen riski-tuotto suhde sijoituskohteilla on ?
4. Mitä haasteita tuulivoimalla/bioenergialla on ?
5. Miltä tuulivoiman/bioenergian tulevaisuus näyttää ?

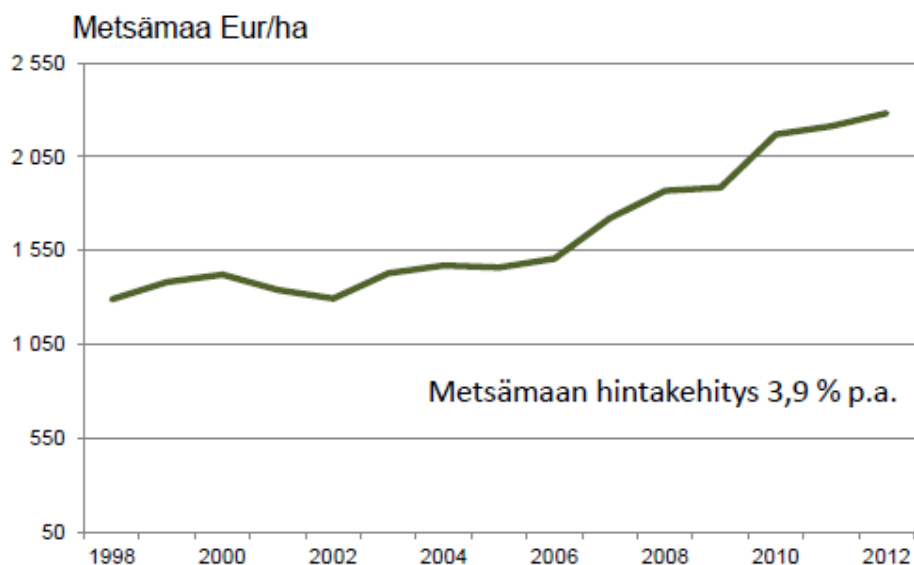
Liite 2. United Bankersin haastattelun kysymykset

1. Minkälainen on Nordic Fund –rahasto ?
2. Miten rahastoon pääsee mukaan sijoittamaan ?
3. Minkälainen riski-tuotto suhde rahastolla on ?
4. Mitä haasteita metsällä ja sen taloudella on ?
5. Miltä metsän ja sen talous näyttää tulevaisuudessa ?

Liite 3. SEB:n haastattelun kysymykset

1. Millaisten projektien rahoituksessa olet ollut mukana Suomessa ?
2. Miten projekteja rahoitetaan ?
3. Millainen riski-tuotto suhde rahoittamisessa on ?
4. Mitä vaiheita rahoitusprosessiin kuuluu ?
5. Miltä tuulivoiman tulevaisuus näyttää rahoituksen kannalta ?

Metsä on vakaa sijoitus



Lähde: Metla 1998-2013

2

Metsä tuo sijoittajalle vakautta



Tuottava ja turvaava sijoittajan kulmakivi:

- Tuotto parempi kuin korko- ja asuntosijoituksissa
- Matala korrelaatio osakemarkkinoihin
- Kiinteistöjä matalampi maariski → 70 % tuotannosta menee vientiin

Instituutioiden metsäsijoitukset kasvussa:

- Matala korkotaso lisää kiinnostusta reaaliomaisuuskohteisiin
- Likviditeetti parantunut metsäyhtiöiden myyntiaktiivisuuden ja ammattisijoittajien kiinnostuksen myötä
- Referenssejä mm. Merimieseläkekassa MEK, Super työttömyyskassa ja Olvin säätiö



5

UB Nordic Forest – Vakaa ja turvaava sijoitus



- Tuotto-odotus 7-10 % p.a.
 - Tasainen kassavirta: 3-4 % osinko
- Tuotto ei riipu markkinakehityksestä
- Loistava inflaatiosuoja



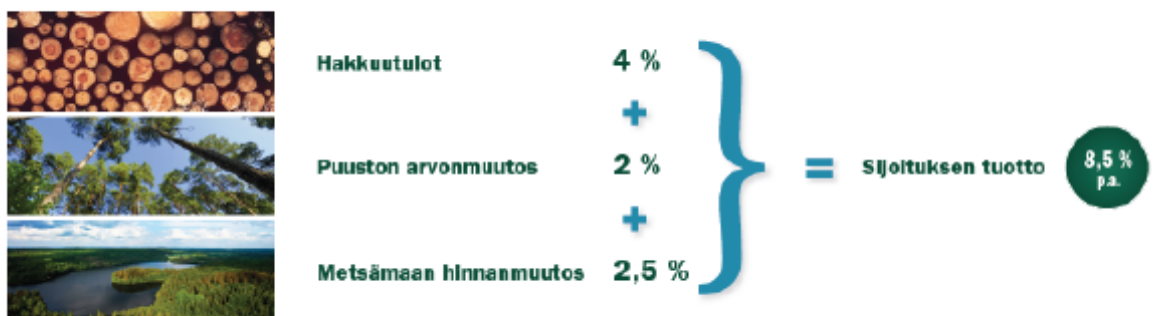
Nordic Forest Fund ominaisuudet	
Tuotto-odotus	Inflaatio + 5-7 % Nettotuotto 7-10 %
Sijoituskohde	Metsätilat Keski-Suomessa Kokkola-Joensuu akselilla
Likviditeetti	Pääomasijoitus, matala likviditeetti
Rahaston koko	30 Meur, + optio 30 % lainaa
Palkkiot	Hallinnointi 1,25 % 6 % ylittävästä tuotosta 25 % Merkintä 1-2 %
Sijoitusaika	10 vuotta + optio jatkaa
Minimisijoitus	100 000 euroa

6

Toteutus – Rahaston tuoton lähteet



Metsämaan tuotto muodostuu kolmesta tekijästä - Hakuutulot, puuston arvonmuutos ja metsämaan hinnanmuutos.



Tuottoarvio perustuu tarkkojen puustolaskemien pohjalta tehtyihin tuottolaskelmiin, joissa metsätilakohtaisesti valitaan taloudellisesti kannattavin tapa hoitaa metsää.

7

Metsätalous – Puun kysyntä vakaa

- Yli 75 % metsämaan tuotosta tulee tukkipuusta
 - Laatu puun käyttö rakentamisessa ja sisustamisessa kasvaa tasaisesti
 - Pakkausteollisuuden kasvu ja lisääntyvä energiapuun käyttö ylläpitää kuitupuun kysyntää
- Pohjoisen havumetsän tukkipuun kilpailukyky on erinomainen
 - Lämpien vyöhykkeiden nopeakasvuinen puu on liian pehmeää rakentamiseen
 - Sademetsien kovapuu ei ole vaihtoehto nykyisten ympäristötrendien vallitessa
- Raaka-aineiden hinnannousu ja ympäristötietoisuus lisäävät kysyntää
 - Kysyntää tukee ekologisuus ja käyttömukavuus

Tukkipuu



Laatutukki



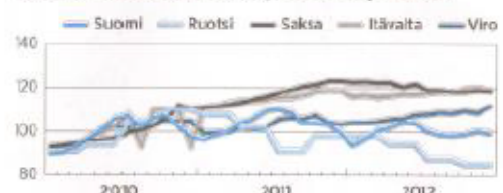
8

Metsätalous – Metsäsijoitus Suomessa

- Suomalaisen metsän kilpailukyky hyvä
 - Kilpailijoita selvästi edullisempi metsämaan ja tukkipuun hinta: Suomi € 60/m³ < € 100/m³ Saksa, Itävalta, Sveitsi, Yhdysvallat
 - Erinomainen infrastruktuuri: hyvä tieverkosto, matkaa rannikolle alle 500 km
- Hyvälaatuisen hitaasti kasvaneen tukkipuun käyttöpotentialiaali laaja*
 - Luja (kestävä), laadukas (vähäoksainen), lämmin, helppo työstää eri kohteisiin sopivaksi
 - Kertopuu, viilu, huonekalut
- Viennin osuus tuotannosta 70 % **
 - Aasian osuus vahvassa kasvussa

Suomessa maltillista

Kuusitukin suhteellinen hintakehitys tällä vuosikymmenellä



Suomen hinnat ovat kuusitukin kantaohjelmien mukaan muuten hinnat luokiteltuna tennarohjelmien. Saksa ja Viro hinnat koskevat vain sähkösä metsä lähtöä vuoden 2011 keskiarvo = 100. Lähde: PTT

* Jaakko Pöyry Green Market Study 2012

** www.metsäteollisuus.fi

9

United Bankers konserni

Rahaston hallinnointipalvelut

NFF Johto

Mikael Beck, toimitusjohtaja
KTM, 13 v. sijoitus-, analyysi- ja johtotehtävissä:
Evli Pankki, Deloitte, Taaleritehdas

Rainer Häggblom, hallituksen puheenjohtaja

MMM, KTM, 30 v. kansainvälisen metsäalan
konsultointi- ja johtotehtävissä:

Jaakko Pöyry (ex hpj, tj), The Forest Company (hpj)

Metsätilojen hankinta

Kattava hankintaverkosto, jota johtaa:

Timo Kujala, Forestor Oy
Yli 10 v. menestyksekkästä metsäsijoittamista



Advisory Board

Timo Pukkala, Neuvonantaja
Metsätaloussuunnittelun professori, Itä-Suomen
yliopisto, Nordic Forest Managementin käyttämän
metsän tuottomallin kehittäjä

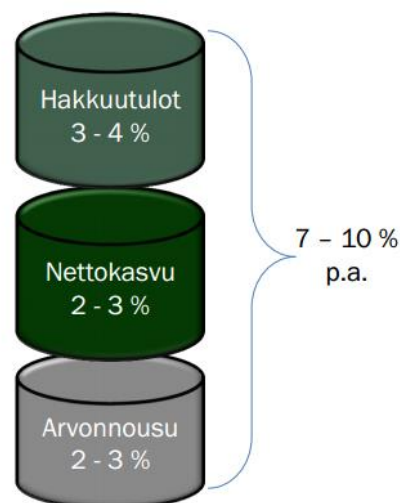
11

Liite 5. UB Nordic Forest Fund 2014b, diat 7, 9 & 18

Toteutus – Rahaston tuoton lähteet

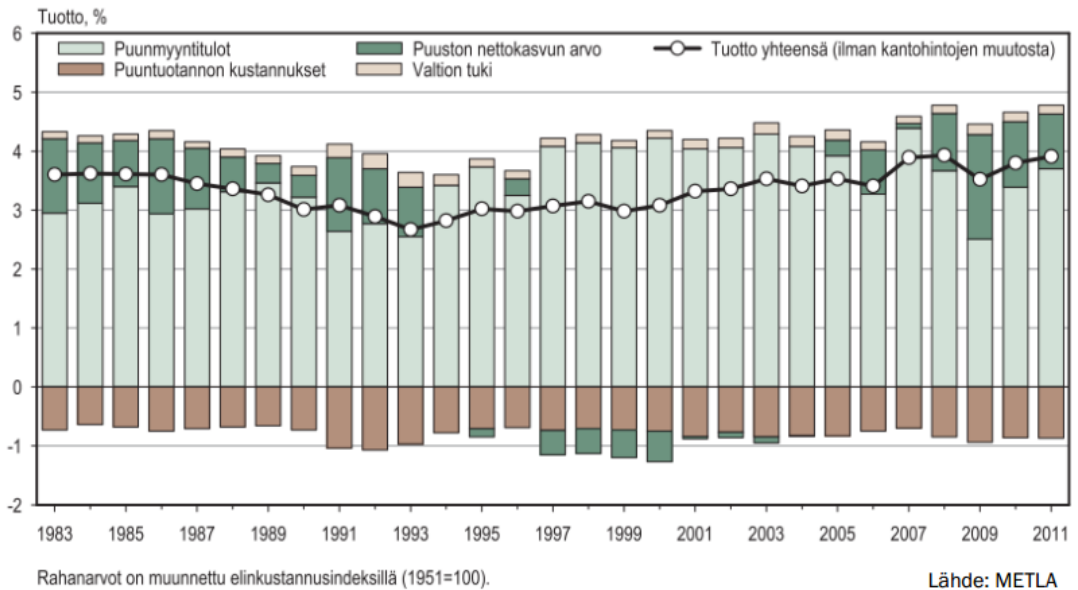
**Pääomatehokkaalla metsänhoidolla saavutetaan 7-10 %
vuotuinen tuotto seuraavasti:**

1. Parhaassa kasvuvaiheessa (30–50 v.)
olevien metsätilojen tarkka valinta
– Oikeat tilat, oikeasta paikasta, oikeaan hintaan
2. Hakkuiden optimointi
– Järeät tukkipuut hakataan oikea-aikaisesti,
jolla varmistetaan:
 1. Tasainen kassavirta
 2. Metsän optimaalinen kasvuvauhti
 3. Sitoutuneen pääoman korkea tuotto
3. Uudistamiskulujen minimointi
– Merkittävä vaikutus koko kiertoajan tuottoon



7

Metsätalous – Vakaata reaalituottoa

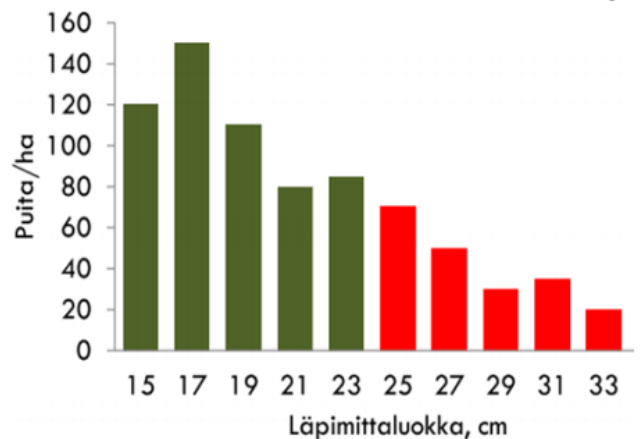
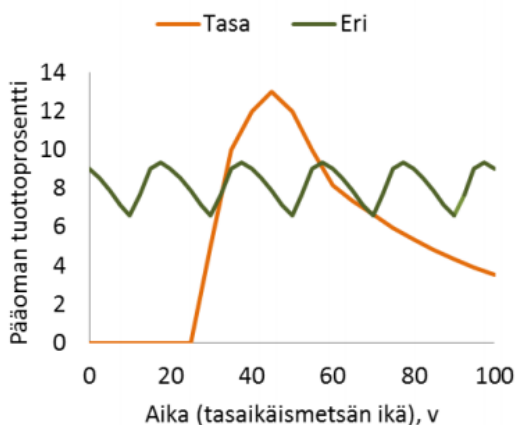


Metsä tarjonnut vakaata, kohtuullista tuottoa Suomessa siitä huolimatta, että suurinta osaa Suomen metsistä ei ole lainkaan hoidettu tai on hoidettu huonosti

9

Tuoton optimointi – Kasvatusmenetelmien tuotto

- Pääoman tuotto on korkein puuston ollessa 30-60 vuotiasta
 - Optimoimalla runkojen läpimitta vastaamaan metsän ikärakennetta tasaisemmin antaa parhaan pääoman tuoton



18



Strategic analysis of diffusion of renewable energy in the Nordic countries

Alireza Aslani^{a,b,*}, Marja Naaranoja^c, Kau-Fui V. Wong^d

^a Industrial Management Department, Faculty of Technology, University of Vaasa, Vaasa 65101, Finland

^b Department of Engineering and Public Policy, College of Engineering, Carnegie Mellon University, 5000 Forbes Avenue, Pittsburgh, PA 15213, USA

^c Industrial Management Department, Faculty of Technology, University of Vaasa, Vaasa 65101, Finland

^d Department of Mechanical and Aerospace Engineering, College of Engineering, University of Miami, Miami, FL 33146, USA

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 August 2012
Received in revised form
27 January 2013
Accepted 31 January 2013
Available online 15 March 2013

Keywords:

Diffusion of renewable energy
Strategic analysis
Energy security
Energy policy
Nordic countries

ABSTRACT

Today, there are concerns related to security of energy supply, growing energy demands, limitations of fossil fuels, and threats of disruptive climate changes. To overcome the challenges, diversification and utilization of renewable energy resources are defined as the main strategies. However, successful diffusion of renewable energy requires consideration to many factors including social, economic, and technical ones. Nordic countries are among the leading countries on successful development of renewable energy and energy efficiency. This research, in the frame of a strategic conceptual analysis, studies the policies and achievements of the Nordic region in their development of renewable energy. The framework consists of four layers including dimensions, characters, objectives, and key schemes.

© 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Contents

1. Introduction	497
2. Analytical framework of energy supply in the Nordic countries	498
3. Research methodology	499
4. Discussion and analysis	500
4.1. Dimensions of policy making in renewable energy development in the Nordic region	500
4.2. Effective characters on decision making related to RE policies in the Nordic countries	501
4.3. Objectives of diffusion of renewable energy in the Nordic countries	501
4.3.1. Energy security and diversification	501
4.3.2. Energy efficiency	501
4.3.3. Economic efficiency	502
4.3.4. CO ₂ reduction	502
4.4. Key schemes of diffusion of renewable energy in the Nordic countries	502
4.4.1. Energy financing	502
4.4.2. Energy taxes	502
4.4.3. Open energy market	503
4.4.4. Encouragement packages and green certificates	503
4.4.5. Administration of research and innovation and policy instruments	503
4.4.6. International cooperation	503
4.4.7. Feed-in-tariff (FIT)	503
5. Conclusion	503
References	504

*Corresponding author at: Industrial Management Department, Faculty of Technology, University of Vaasa, Vaasa 65101, Finland. Tel.: +358 44255 0010.
E-mail addresses: alireza.aslani@uva.fi, aslani@andrew.cmu.edu (A. Aslani).

1. Introduction

Although carbon-based fuels are dominant resources of power generation for residential and industrial needs, they do not offer

long term and sustainable perspectives. According to the IEA reports, approximately 81% of the world's energy demand was supplied by fossil fuels in 2009 [1]. Since they are not located equally in the world, European countries depend largely on fossil fuels imports from other regions such as Middle East and Russia. Thereby, concerns and challenges (e.g., fluctuating carbon based fuel prices and uncertain oil and gas supplies) exist to have a secure energy supply in Europe. In response, various strategies are suggested and developed by governments and related authorities (e.g., European Union) such as upstream investment in producing countries, utilizing domestic and local natural resources, long-term contracting at premium prices, diversifying fuels and suppliers, decentralized forms of utilization etc. [2]. However today, environmental considerations influence energy security calculations. Therefore, policies like development of renewable alternatives are encouraged to contribute diversification and security of energy supply.

Studies show that the Nordic countries (NCs) including Finland, Sweden, Norway, Denmark and Iceland are good examples to enhance the level of their energy security indicators [3]. For example, while Sweden, Finland, and Iceland are highly dependent to the fossil fuels, they are among top secure countries from energy supply viewpoint [3]. Further, although Norway is one of the main oil and gas exporters, it has the lowest level of dependency to the fossil fuels on its energy systems. In other words, the NCs have made considerable and successful efforts to improve the diversification strategy of their energy supply with core focus on utilization of renewable energy resources (RER). In 2010, Norway and Iceland are among top 10 renewable electricity producers with 96.6% and 100% of their electricity generation from RERs in the world [4]. Denmark has also one of the highest and fastest growth levels of wind power utilization in the world. Therefore, while NCs have only 0.37% (less than 1%) of the world's population, they stand among the countries with highest contribution to primary energy supply from RERs. Table 1 shows the total electricity generation from RER in the Nordic countries and some selected countries and regions in 2009 [3].

The Nordic region is also playing a leading role in diffusion of renewable energy technologies such as Finland and Sweden in biomass technologies, Norway in hydropower development, Denmark with wind power, and Iceland with geothermal utilization. Therefore, not only investigation on strategic and policy perspectives of renewable energy development in the Nordic region is beneficial, it is also one of the best case studies to be followed by other countries and regions.

This article studies the policies and achievements related to renewable energy utilization in the Nordic region. The aim is to develop a strategic framework to evaluate energy policies and

Table 1
Share of RER in the total electricity generation (%) in the Nordic region and some selected cases in 2009 [3,6].

Country or region	Total electricity generation from RER (%)
Finland	31.56
Sweden	58.52
Norway	96.63
Denmark	27.4
Iceland	100
USA	10.5
Germany	20.1
UK	6.18
France	13.34
Belgium	6.53
Nordic average	62.82
Top 33 richest countries based on GDP	23.58
Top 33 richest countries based on GDP (without Nordic countries)	16.51

decisions, and provides a structure to analyze the adoption of renewable energy. The article starts with a brief review of energy structure in the NCs. Some important and related statistics are reviewed in that section. Then, an innovative conceptual framework is presented and discussed to show the layers of renewable energy development policies. The layers include dimensions, characters, objectives, and key schemes.

2. Analytical framework of energy supply in the Nordic countries

The Nordic countries (NCs) are the northernmost countries in Europe. This region includes independent countries (Finland, Sweden, Norway, Denmark, and Iceland) plus three autonomous regions (Åland, Farø Islands, and Greenland). The population of the NCs was 25,830,631 (0.37% of World) on April 2012 [3]. The region is among top developed countries from economic and social welfare indicators.

The NCs are energy intensive countries because of cold climate, their energy intensive industries, wide sparsely populated areas with long distances, and their high standard of living. For instance, Finland's per capita energy consumption is the highest within European Union [5]. Norway and Sweden are also among top countries in this indicator. Fig. 1 illustrates the primary energy consumption in the NCs by sources in 2009.

According to Fig. 1, Finland and Sweden have the largest diversity in their energy supply compared to other NCs. While Finland, Sweden, and Iceland have to import a substantial part of their fossil fuels, the annual production of energy in Norway is approximately 10 times of the domestic use [7]. Fig. 2 shows and compares the breakdown of final consumption by source in industry sector of the NCs before first economic recession (1970s) and 2009.

Fig. 2 illustrates that the shares of oil and coal in energy supply have been substantially reduced in the last three decades in the NCs, especially in Finland, Sweden, and Denmark (red and violet colors). In Finland, it dropped from 64% in 1973 to 28.7% in 2009. While electricity and district heating system consume the most part of energy supply, RERs are their main supply resources. Fig. 3 illustrates the energy consumption mix for electricity plants, combined heat and power plants (CHP), and heat plants.

Due to geographic situation of the NCs, solar energy is not a priority for economic utilization. However, Iceland derives 84.3% of its primary energy from indigenous RERs (64.1% geothermal and 20.2% hydropower) which cover 100% electricity generation (hydropower: 12279 GW h and geothermal: 4553 GW h in 2009) [8]. Hydropower is also utilized for more than 90% electricity generation in Norway (126,077 GW h in 2009). On the other hand, Finland and

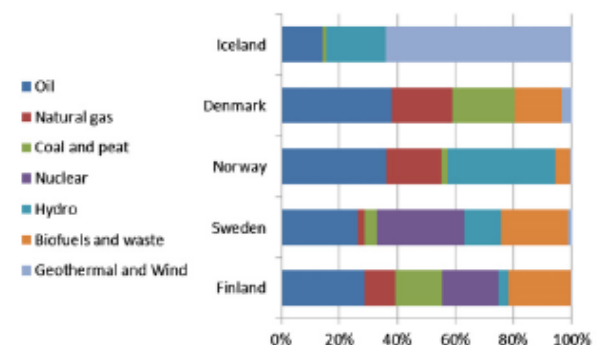


Fig. 1. Primary energy consumption in the Nordic countries in 2009 [6].

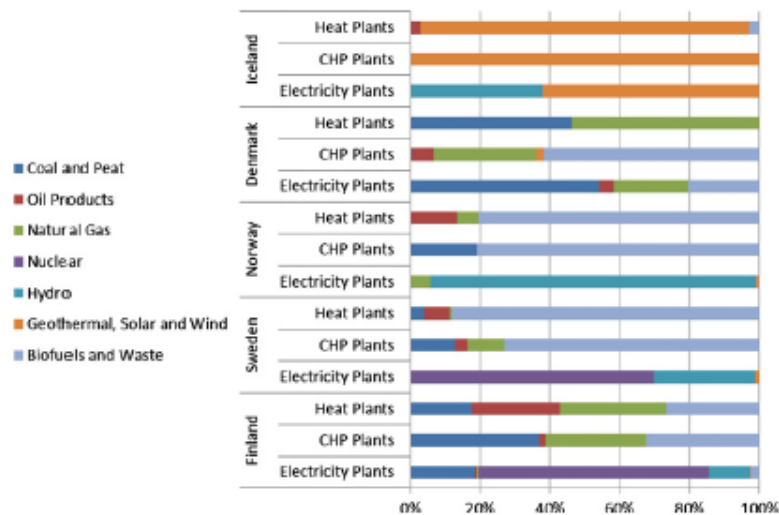


Fig. 3. Energy consumption mix for electricity and heat plants, 2009 [3,6].

Table 2

Some regulations related to RE promotion in the NCs.

Country	Selected regulation plan	Core themes (selected)
Finland	<ul style="list-style-type: none"> – Long-term Climate and Energy Strategy (2008) – Future—National Strategy to Implement the Kyoto Protocol [39] 	<ul style="list-style-type: none"> • Preserve/improve the diversity of Finland's energy system and the security of energy supply • Increase the volume of indigenous energy sources and their share of total energy consumption during the period 2005–2025 • Increase markedly the share of renewable energy sources (e.g., bio energy) • Import less energy to reduce its percentage of total consumption [40,48]
Sweden	Climate and energy targets by 2020 [41]	<ul style="list-style-type: none"> • 40% reduction in greenhouse gas emissions. • At least 50% renewable energy. • 20% more efficient energy uses. • At least 10% renewable energy in the transport sector [41].
Norway	<ul style="list-style-type: none"> – "greenhouse gas emission allowance trading (2004), – White Paper no. 18: security of power supply (2004) [32] 	<ul style="list-style-type: none"> • More pro-active approach to the climate issues. • Increase the installation of small scale hydro power • Secure an effective Nordic power market [32].
Denmark	A Visionary Danish Energy Policy 2025 (2007) [27]	<ul style="list-style-type: none"> • A minimum 15% reduction in the use of fossil fuels compared with today. • Preventing an overall increase in energy consumption, while sustaining economic growth. With this in mind, the energy saving initiative will be increased to 1.25% annually. • The share of renewable energy must be increased to at least 30% of energy consumption by 2025. • A doubling of publicly funded research and development into and demonstration of energy technology to DKK 1 billion annually from 2010 onwards [27].
Iceland	Climate Change Strategy to reduction of net emissions of greenhouse gases by 50–75% until the year 2050, using 1990 emissions figures as a baseline (2007) [42]	<ul style="list-style-type: none"> • Greenhouse gas emissions will be reduced, with a special emphasis on reducing the use of fossil fuels in favor of renewable energy sources and climate-friendly fuels. • Attempt to increase carbon sequestration from the atmosphere through afforestation, revegetation, wetland reclamation, and changed land use. • The government will foster research and innovation in fields related to climate change affairs and will promote the exportation of Icelandic expertise in fields related to renewable energy and climate-friendly technology. • The government will prepare for adaptation to climate change [42].

4. Discussion and analysis

4.1. Dimensions of policy making in renewable energy development in the Nordic region

A policy is typically described as an idea or plan to guide decisions and achieve rational outcomes. The purposes of strategic decision-making to diffusion of RE in the Nordic region can be

summarized in three main dimensions: self-sufficiency, balancing trade-off, and sustainability (Fig. 5).

The first and important aspect of RE development in the NCs is to reduce the consumption of fossil fuels and increase the dependency of indigenous resources (self-sufficiency) [13]. It means low risk for security of energy supply by increasing diversification for oil and coal importers such as Finland, Sweden and Iceland. For instance, while Iceland was one of the poorest European countries during the 20th



Fig. 4. Conceptual framework of the research.



Fig. 5. Dimensions of policy making in NCs.

century with full dependency to peat and imported coal, today it is a country with a high standard of living in which roughly 85% of primary energy is derived from indigenous RER [3].

Second, as RE is available locally, it helps in economic and technologic growth of the region that brings new job opportunities and social welfare development (balancing trade-off). In other words, RE industry has created new jobs, business and investments, of which many of them are in rural areas of Finland, Sweden, and Norway [12,14]. For instance, more than 200 private entrepreneurs with more than 4000 job opportunities are active in the biomass plants to supply heat to almost 500 locations in Finland [44].

Finally, the reduction in the consumption of carbon-based fuels reduces the pollution and environmental impacts (Environmental sustainability). It is noteworthy; sustainability in this research is covered just one dimension of sustainable development model (environment). Generally, the NCs' programs in controlling carbon emission are among the world's successful plans [15].

4.2. Effective characters on decision making related to RE policies in the Nordic countries

Different groups of stakeholders affect public policies and the process of decision-making [16]. Three main characters influence on promotion plans of RE development in the NCs. They penetrate

on the related decisions and policies of the Nordic governments and are completely visible in some key schemes (Section 4.4). Fig. 6 illustrates the main characters influence on decision and policy making in the NCs.

The first character is participatory decision-making. The studies indicate that the successful Nordic policies related to diffusion of RE are supported by community organizations and citizens before implementation [3]. In other words, the public and academic, interest groups, and business sectors are adequately involved in the decision making process, particularly in RE policy formulation [17]. The second character is the role of inter-departmental committees. Inconsistencies decline of government energy policy and execution is the result of this character in RE programs of the NCs. The third character is role and authority of regional offices, universities, and companies in development of RE project. This character increases the role of regional (municipalities) in decision-making and implementation process of RE development in the NCs [18].

4.3. Objectives of diffusion of renewable energy in the Nordic countries

Several policy objectives exist as the sub-groups of policy-making dimensions in the RE development in the Nordic region (Fig. 7). The objectives show different perspectives of diffusion of RE including engineering, social, and management viewpoint and can be broken down into four specific elements (Fig. 7).

4.3.1. Energy security and diversification

Security of energy supply is one of the important debates among citizens and governments of the NCs. In response, diversification is defined as the heart strategy to achieve to a certain level of energy supply. Diversification in energy supply sources can reduce vulnerability of supply disruptions from a particular source. It can also reduce the market power of any one supplier and the risks of higher prices. Studies show that Finland and Sweden have two of the top diversified energy portfolios among other developed countries [3].

4.3.2. Energy efficiency

Energy efficiency means producing specific amount of services using less energy, or maximum output obtained from a given amount of energy resources by keeping resource waste to a minimum [12]. The promotion plans of energy efficiency and conservation in the Nordic region are justified from five



Fig. 6. Characters of policy making in NCs.

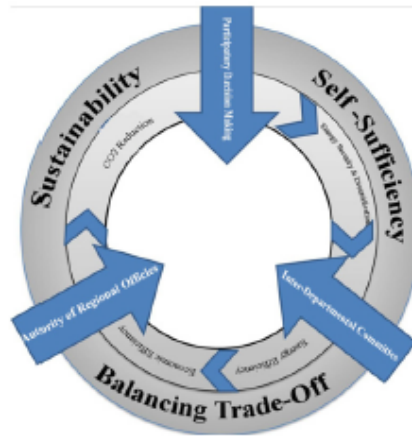


Fig. 7. Objectives of RE policy making in NCs.

viewpoints. First, the NCs especially Finland, Sweden, and Norway are high energy intensive region because of their cold climate. Second, in Finland, Sweden, and Norway the population density is widely sparse with long distances. Third, the energy consumption intensity in the Nordic industries is generally high [43]. For example, the forest and paper industry in Finland alone consume 63% of industrial energy demand [5]. Fourth, the high standard of living in this region causes high energy consumption [3]. Finally, the concerns related to environmental impacts of fossil fuel devices forced to note to energy efficiency. Energy efficiency can be even discussed from energy security and related uncertainties.

The IEA reports imply that the NCs have high energy efficiency. For example, Sweden needed 0.18 toe of primary energy for each USD of gross domestic product (GDP) that is in the efficient region in 2006 [19]. During 2005–2008, the Swedish government introduces subsidies which allows to owners of houses to obtain a grant for installation of new windows with a maximum *U*-value of 1.2. [19]. Resultant decreased energy intensity about 25% averagely in 2008 compared to 1990 in Sweden and Finland [19]. Norway also offers grants for energy savings in homes, buildings, and outdoor equipment areas [20]. Recently, the energy efficiency policies in the NCs are increasingly guided by EU directives and projects.

4.3.3. Economic efficiency

Clough defines economic efficiency as maximizing outputs obtainable from a given set of inputs, or minimizing inputs required obtaining a given set of outputs [21]. Economic efficiency related to the diffusion of renewable energy in the Nordic region consists of two types of efficiency:

- Technical efficiency: Producing a given output at the lowest possible cost due to known technologies and environmental limitations [22]. For example, as Finland has about 150 days winter season, one of the challenges of wind turbines is blades freezing. Operating cost-effective blade-heating system under icing conditions is a good example of this consideration.
- Allocative efficiency: allocating existing stocks of resources and technical knowledge to offer or produce a service or a commodity that buyers value most highly, as indicated by their collective willingness to pay for them. As an example, there are different electricity seller companies in the Nordic countries that offer different kinds of electricity with

competitive price (e.g. green electricity or normal electricity) and customers can select and by their electricity.

4.3.4. CO₂ reduction

CO₂ reduction is defined minimizing CO₂ emissions from fossil fuel burning caused by human activities. It is carried out on the demand side as well as on the supply side through efficiency improvement, reducing energy consumption, utilizing some alternative energy technologies, and using a less carbon/cleaner energy [23].

Several efforts have been done related to CO₂ reduction in the NCs. For instance, the Danish government presented the Danish climate strategy for future efforts of climate change in 2003. They have implemented the EU scheme for greenhouse gas emission allowance trading which has regulated CO₂ emissions from January 2005 [24]. In Norway, a law for greenhouse gas emission allowance trading was entered into force in January 2005 along with EU emission trading system [25].

4.4. Key schemes of diffusion of renewable energy in the Nordic countries

To promote the RE utilization, governmental support schemes are essential. These schemes are different and depend on the government policies, resources etc. However, there are common diffusion schemes in the NCs that following are reviewed.

4.4.1. Energy financing

The first and important scheme in the Nordic region is energy financing. It includes direct government investment on the RE technologies and efficiency solutions, supports of private sector investments, financial supports of R&D programs, etc. For example, the Ministry of Trade and Industry Energy Department in Finland grants energy aid for investments in RE sector such as up to 30% government co-financed for construction costs of RE plant [26]. There are also several same finance supports in Sweden and Denmark [20,27]. Norway has lower finance support compared to Finland, Sweden, and Denmark. However, wind power projects can be granted about 25% of the total investment costs for investment support covering in Norway [28]. The Norwegian government also supports maximum 40% of the investments in the heat-processing of biomass program that is aimed at the entire chain from harvesting and transportation to processing and trade with biofuels [7].

4.4.2. Energy taxes

Energy taxes are central instrument of energy and environmental policy among the NCs. Generally, taxes aim to curb the growth of energy consumption and steer the production and use of energy towards alternatives with less emissions (even by subsidies). Nordic's energy tax system is very diverse and comprises many exemptions. It includes different taxes on electricity and fuels, CO₂ emissions, and levy systems on NO_x and sulphur emissions. Taxes are different depending on the fuel is being used for heating or in transport, by manufacturing industry, energy industry or households. Even for electricity, the amount of tax depends upon demands on resource, geographical location, and seasons. Energy taxation scheme in the NCs can be categorized in two parts: tax incentives and subsidies, and taxation.

4.4.2.1. Tax incentives and subsidies. Studies show that the most important scheme to diffusion of RE in the NCs are subsidies and tax incentives. For example, Finland has regulation related to tax subsidies paid for power production based on RERs [29]. Subsidies

are between 10% and 30% of the investment costs of the biomass plant [46]. Biomass plants also receive a subsidy per MWh almost equal to the industrial electricity consumption tax.

On the other hand, Denmark has provided subsidies such as defined energy saving measures in buildings and production processes via sale of energy saving certificates to utility companies. This country has also promotion packages (e.g., tax exemption) for hydrogen powered cars [30].

4.4.2. Taxation of fossil fuels. The debates among economists show that the best policy instrument to reduce carbon emission is carbon tax [38]. In the Nordic region, tax must be paid for fossil fuels especially for heat production. This policy improves the competitiveness price of bio energy and other resources. As an example, Table 3 shows the Finland's energy taxation introduced by ministry of environment in 2011.

4.4.3. Open energy market

Another main driver of RE promotion in the NCs is open energy market. The goal is to make RE utilization competitive. The Nord Pool Spot and Nordic electricity exchange are two of this open market liberalization (excluding Iceland because of geographical situation). The Nord Pool Spot is one of the first free electricity markets in Europe and World and is largest measured in volume traded (TWh) and market share in the world. The Nordic region has also a transparent and fully independent (non-government) network regulator, and most of the power grids are open to all competitors [20].

4.4.4. Encouragement packages and green certificates

The NCs have tried to improve the knowledge and awareness of their citizens about RERs and conservation by development of promotion programs in different levels from the kindergartens to universities. Energy week is one of these promotion programs that are organized annually in different cities of the NCs [31]. Annual campaigns to promote energy savings in buildings are other examples that are organized by the NCs. The role of social media and networks (e.g., TV and Facebook) is also important in the promotion programs. Currently, much attention in Sweden and Norway is directed to the green certificates. In Sweden, certificates are issued to producers of RE and all end-users. The electricity certificate system is one of the main instruments of promoting renewable electricity in Sweden [32]. Under this system, all Swedish electricity generators using eligible technology receive a certificate for each MWh of electricity generated. Eligible technologies are solar, wind, small hydro (up to 1.5 MW) and bioenergy, as well as peat in CHP plants. This policy will continue until 2030 to provide long-term stability for investors [20].

In Norway certificates have integrated with Swedish certificates market. Certificates are also issued for production of wind power, solar power, geothermal energy, bio energy, wave energy, small hydro power, increased production in existing hydro power plants, and new hydro power [32].

Table 3
Energy taxes in Finland in 2011 [47].

Fuel	Energy tax	CO ₂ tax	Security of supply fee	Total
Heavy fuel oil [EUR/t]	87.90	97.2	2.8	187.90
Hard coal [EUR/t]	54.54	72.37	1.18	128.09
Peat [EUR/MWh]	1.90	–	–	1.90
Natural gas [EUR/MWh]	3.0	5.94	0.084	9.024
Pine oil [EUR cents/kg]	0.188	–	–	18.79
Electricity: Tax class I [EUR cents/kWh]	1.69	–	0.013	1.703
Electricity: Tax class II (industrial user) [EUR cents/kWh]	0.69	–	0.013	0.703

4.4.5. Administration of research and innovation and policy instruments

As discussed in Section 4.3, the objective of research and development in the field of energy and RE management is to strengthen economic growth, diffuse use of energy resources and ensure that environmental considerations are taken into account. The competitiveness of RER is also promoted through investment in long-term technology research and development [45]. While most of the overall research funding in the energy sector is provided by public sectors, the results are mostly implemented by private sectors in the NCs.

Most of the R&D funds are allocated to user-driven research programs which increase the competitiveness of energy markets. The most important public or government owned organizations being responsible for administration of R&D, innovation, and policy instruments within RE and energy efficiency in the NC are shown in Table 4 (plus the NCs' universities):

4.4.6. International cooperation

Research show that the NCs involve in cooperation with different international RE projects, especially EU projects. In other words, participation in international cooperation is a main priority and an important supplement to national research efforts in the NCs. Each of the NCs (especially Finland and Sweden) is primarily involved in cooperation within other NCs, EU authorities, and the International Energy Agency (IEA). For example, the Nordic Energy Research Program (NEFP) guides a part of the activities of the former Nordic Energy Research Program [33]. One of the main objectives of NEFP is to develop energy cost-effective reduction of use and development of RERs and related technologies [32]. It is achieved by strengthening collaboration among the universities, colleges and other research institutions as well as developing active research networks in the various levels (national, regional, and international cooperation).

4.4.7. Feed-in-tariff (FIT)

FIT is a mechanism designed to accelerate investment in RE utilization [34]. Although U.S. is the birthplace of FIT, more than 35 countries around the world use this policy in their RE development programs. [12,13,35]. Currently, feed-in tariffs in place provide different types of RE generation facilities a premium payment over a long-term period for each kWh of electricity fed into the grid in the NCs [13].

For example, the Danish policy of FIT is to refund the full CO₂ tax of wind turbines and a partial refund of the energy tax [36]. The distribution companies have to buy all of the electricity produced by wind turbines in the NCs especially in Denmark [37].

5. Conclusion

This study showed how the policies and decisions of RE promotion in the NCs have provided a successful case to be followed by other developed and developing countries. As the

Table 4
Most important R&D supporters and policy makers of RE in the NCs.

Number	Country	Institutes
1	Finland	<ul style="list-style-type: none"> • The Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (Tekes) (www.tekes.fi) • Fortum (http://www.fortum.com) • The Ministry of Trade and industry, energy department (www.ktm.fi) • Technical Research Centre of Finland (VTT) (www.vtt.fi) • Motiva (www.motiva.fi) • The Ministry of Environment, administration of environmental policy (www.vyh.fi)
2	Sweden	<ul style="list-style-type: none"> • Swedish Research Council (Vetenskapsrådet) (www.vr.se) • Swedish Energy Agency (Statens Energimyndighet) (www.energimyndigheten.se) • the Swedish Agency for Innovation Systems (VINNOVA) (www.vinnova.se) • The Swedish Competition Authority (Konkurrensverket) (www.kkv.se) • The National Board of Housing, Building and Planning (Boverket) (www.boverket.se) • The Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket) (www.naturvardsverket.se)
3	Norway	<ul style="list-style-type: none"> • Norwegian Research Council (www.forskningsradet.no) • Enova SF (www.enova.no) • Innovation Norway (www.invanor.no) • The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) (www.nve.no) • Gassnova (www.gassnova.no) • The Norwegian State Housing Bank (The Housing Bank) (www.husbanken.no)
4	Denmark	<ul style="list-style-type: none"> • Danish Energy Agency (www.ens.dk) • Danish Ministry of the Environment, Environmental Protection Agency (www.mst.dk) • Danish Climate and Energy Ministry, Energinet (www.energinet.dk) • Danish Agency for Science, Technology and Innovation (www.fl.dk) • The Danish National Research Foundation (www.dg.dk)
5	Iceland	<ul style="list-style-type: none"> • Innovation Iceland (www.nmi.is) • The National Energy Authority (NEA) (www.nea.is) • Iceland GeoSurvey (ISOR) (www.geothermal.is) • The Icelandic Regional Development Institute (www.byggdastofnun.is)

result of the complexities of different RERs and technologies, it is impossible to attain successful implementation by a single dimensional approach. A mix of policy is the key driver to increase the installed capacity and energy generation from RE technologies, reductions in cost and price, domestic manufacturing capacity and related jobs and public acceptance. Therefore, a strategic analysis approach was presented to pursue continual RE promotion and shown diffusion layers of RE development in the NCs.

For future research, the authors present their suggestions from two different viewpoints. First from a strategic viewpoint, the dynamic capabilities of RE development programs in the NCs can be described to understand and compare each strategy and policy. The results can be compared by EU projects to identify the current and future opportunities and threats. Second, EU scholars and scholars of other developed or developing countries can implement the introduced framework to compare and get ideas in their case studies. It would help to identify the strengths and weakness of each strategy and policy in selected country or the NCs.

References

- [1] IEA, International Energy Agency, energy statistics: share of total primary energy supply in 2009; 2010. Available in: http://www.iea.org/stats/pdf_graphs/29TPESPL.pdf.
- [2] Energy Security Quarterly (USAID SARI/Energy), the University of Texas; Issue 1; 2008. Available in: http://www.beg.utexas.edu/energyecon/ESQ1/ESQ1_w/ESQ1updateFeb06.pdf.
- [3] Aslani A, Antila E, Wong KFV. Comparative analysis of energy security in the Nordic countries: the role of renewable energy resources in diversification. *Journal of Renewable Sustainable Energy* 2012;4(6):062701. <http://dx.doi.org/10.1063/1.4765695>.
- [4] EIA, US Energy Information Administration, statistics; 2012. Available in: <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=FI&trk=m>.
- [5] Kostama J, renewable energy sources in Finland 2002, OPET report 9; 2002. Available in: http://www.sea.fi/Archive1/Files_Misc/OPETreport9.pdf.
- [6] IEA, International Energy Agency, statistics and balances for 2009; 2010. Available in: <http://www.iea.org/stats/index.asp>.
- [7] Renewable energy and energy efficiency: recent developments and activities in Norway, KanEnergi AS, 2009, available in [http://www.kanenergi.com/loso/kanenergi_com.nsf/Attachments/6A94B4DF35A6597AC125763A0039AEC4/\\$FILE/RecentDevelopmentsNorway_2009.pdf](http://www.kanenergi.com/loso/kanenergi_com.nsf/Attachments/6A94B4DF35A6597AC125763A0039AEC4/$FILE/RecentDevelopmentsNorway_2009.pdf).
- [8] Hreinnsson EB. Renewable Energy Resources in Iceland—environmental policy and economic value. Nordic conference on production and use of renewable energy, Vaasa; 2008.
- [9] Renewable energy in Finland, reported by Motiva Oy; 2009. Available in <http://www.motiva.fi/en/facts/renewableenergyinFinland>.
- [10] Sarmad Z. The research method in behavioral science [in Persian]. Aghah, Tehran; 2009.
- [11] Patton MQ. Qualitative research & evaluation methods, Sage Publications, Inc.; 3rd ed.; 2001.
- [12] Aslani A, Naaranoja M, Zakeri B. The prime criteria for private sector participation in renewable energy investment in the Middle East (case study: Iran). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2012;16(4):1977–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.12.015>.
- [13] Mendonc M, Lacey S, Hvelplund F. Stability, participation and transparency in renewable energy policy: lessons from Denmark and the United States. *Journal of Policy and Society* 2009.
- [14] Pablo del Rio, Mercedes Burguillo. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2009;13.
- [15] Sustainable Development in the European Union: 2011 monitoring report of the EU sustainable development strategy, Eurostat statistical books; 2011.
- [16] Faludi A. Planning theory. U.K.: Pergamon Press, Ltd; 1973.
- [17] Lindblom CE, Woodhouse EJ. The policy-making process. 3rd ed New Jersey: Prentice Hall, Inc; 1993.
- [18] Role of networks on region development (energy viewpoint), http://www.energyvaasa.fi/en/tukiverkosto_en.
- [19] Energy Policies of IEA Countries: Sweden 2008, International Energy Agency (IEA); 2008. Available in:.
- [20] Energy Efficiency Policies and Measures in Norway 2006; 2006. Available in: http://www.odyssee-indicators.org/Publication/PDF/nr_norway_2006.pdf.
- [21] Clough P. Economic evidence on sustainability and efficiency in the resource management Act. Wellington: NZ. Institute of Economic Research (INC); 1999.



Renewable energy targets, forest resources, and second-generation biofuels in Finland

Jussi Heinimö, Lappeenranta University of Technology, Varkaus, Finland
Heikki Malinen, JAMK University of Applied Sciences, Jyväskylä, Finland
Tapio Ranta, Lappeenranta University of Technology, Mikkeli, Finland
André Faaij, Utrecht University, the Netherlands

Received February 6, 2011; revised version received March 12, 2011; accepted March 14, 2011
View online at Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com); DOI: 10.1002/bbb.291;
Biofuels, Bioprod. Bioref. 5:238–249 (2011)

Abstract: Introduction of second-generation biofuels is an essential factor for meeting the EU's 2020 targets for renewable energy in the transport sector and enabling the more ambitious targets for 2030. Finland's forest industry is strongly involved in the development and commercializing of second-generation biofuel production technologies. The goal of this paper is to provide a quantified insight into Finnish prospects for reaching the 2020 national renewable energy targets and concurrently becoming a large-scale producer of forest-biomass-based second-generation biofuels feeding the increasing demand in European markets. The focus of the paper is on assessing the potential for utilizing forest biomass for liquid biofuels up to 2020. In addition, technological issues related to the production of second-generation biofuels were reviewed. Finland has good opportunities to realize a scenario to meet 2020 renewable energy targets and for large-scale production of wood-based biofuels. In 2020, biofuel production from domestic forest biomass in Finland may reach nearly a million ton (40 PJ). With the existing biofuel production capacity (20 PJ/yr) and the national biofuel consumption target (25 PJ) taken into account, the potential net export of biofuels from Finland in 2020 would be 35 PJ, corresponding to 2–3% of European demand. Commercialization of second-generation biofuel production technologies, high utilization of the sustainable harvesting potential of Finnish forest biomass, and allocation of a significant proportion of the pulpwood harvesting potential for energy purposes are prerequisites for this scenario. Large-scale import of raw biomass would enable remarkably greater biofuel production than is described in this paper. © 2011 Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons, Ltd

Keywords: biomass; forest biomass; biofuels; second-generation biofuels; forest industry; renewable energy



Introduction

This paper provides a quantified insight into Finnish prospects for meeting the national 2020 renewable energy targets and concurrently becoming a large-scale producer of forest-biomass-based second-generation biofuels for feeding increasing demand in European markets. The focus of the paper is on assessing the potential for utilizing forest biomass for liquid biofuels up to 2020. In addition, technological issues related to the production of second-generation biofuels within the forest industry are reviewed.

The European Union (EU) has set itself an ambitious target of reducing overall emissions of greenhouse gases in the EU and increasing the proportion of renewable energy in gross final consumption of energy by 2020.¹ Several factors, such as environmental and social reasons support this target.^{2,3} The renewable energy directive of the EU (RES Directive) includes country-specific targets (13–49%) for renewable energy sources as a proportion of the final consumption of energy in 2020 and a uniform target of 10% for renewable energy's share in transport for all Member States.⁴ The expected total energy demand in the EU's transport sector in 2020 is vast, at approximately 18 EJ*, of which the road transport sector accounts for approximately 80%.⁵

The commercialization of second-generation biofuels has been recognized as a prerequisite for meeting the EU's 2020 target and allowing more ambitious targets looking toward 2030 for renewable energy.^{4,6} The major advantage of second-generation biofuels is that lignocellulosic raw materials, such as forest biomass and dedicated energy crops, can be used as their raw material. In the EU area, production costs of dedicated energy crops and forest biomass are lower and the production potential is higher than those of oil crops or sugar crops.^{7,8} In addition, synthetic second-generation biofuels offer a better energy balance and greater reduction in CO₂ emissions than do conventional biofuels.⁹ However, the commercialization of second-generation biofuels' production technologies has several techno-economic challenges to overcome, mainly related to gas cleaning and costs.¹⁰ Conventional biofuels dominate the early biofuel market, but the market penetration of second-generation

biofuels is expected to take place by 2020 in favorable conditions.⁸

Over the past few years, the European pulp and paper industry has suffered from overcapacity in production, stemming from the weakened global economy, success of electronic communication, and stagnating European paper markets.^{11,12} In Finland, too, the forest industry was harmed by the weak global economy. The volume of the Finnish forest industry's production is forecast to drop remarkably toward 2020 in comparison to 2007's all-time peak figures.^{13,14} The industry is in a situation where new business opportunities are seen as a solution to improve the sector's long-term competitiveness.^{12,15}

The forest-industry cluster has several interesting opportunities for the production of second-generation biofuels, such as options for process integration and utilization of existing raw material sourcing organizations and facilities.^{15–17} Synthetic diesel production with gasification and Fischer-Tropsch (F-T) synthesis, dimethylether (DME) production at pulp mills, and bio-oil production with integrated fast pyrolysis (ITP) are regarded as most promising technologies for producing liquid fuels from woody biomass within the forest industry.^{15,16} The price developments for energy and forest products have increased the forest industry's interest in the production of second-generation biofuels. The price of energy is increasing whereas prices of paper and paperboard have been declining.¹² For example, in Finland in 2000–2007, the price index for energy increased by 53%.¹⁸ In the same period, the unit price of exported paper products fell by 20%.¹⁸

Recent studies indicated that second-generation biofuels made from forest biomass will become economically attractive by 2020 when compared to conventional biofuels.^{19,20} As an EU Member State, Finland has committed itself to the 10% biofuel target. However, its cold climate has given Finland unfavorable conditions for cultivation of the oil and sugar crops used for the production of conventional biofuels. Production of second-generation biofuels from forest biomass by 2020 is defined as one target in the Finnish Climate and Energy Strategy.²¹

During the past few years, a concern about the sustainability of the production and utilization of biomass for energy purposes has increased. The production of energy

*1 EJ = 10¹⁸ joules.



Available at www.sciencedirect.com



<http://www.elsevier.com/locate/biombioe>



Drivers for renewable energy: A comparison among OECD countries

Jianbang Gan^{a,*}, C.T. Smith^b

^aDepartment of Ecosystem Science and Management, Texas A&M University, College Station, TX 77843-2138, USA

^bFaculty of Forestry, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada M5S 3B3

ARTICLE INFO

Article history:

Received 8 March 2011

Accepted 10 March 2011

Available online 2 April 2011

Keywords:

Renewable energy

Bioenergy

Supply

Policy

Panel data modeling

ABSTRACT

The difference in the shares of renewable energy in total primary energy supply among OECD countries is immense. We attempt to identify some key factors that may have driven this difference for renewable energy in general and bioenergy in particular. We found that besides country-specific factors, gross national product (GDP) and renewable energy and bioenergy market deployment policies have significant and positive impacts on the per capita supply of both renewable energy and bioenergy in OECD countries. R&D expenditures, energy prices, CO₂ emissions, and other energy policies are statistically insignificant in terms of their impact on renewable energy and bioenergy supply. However, this does not necessarily mean that they are not potential drivers for renewable energy and bioenergy, but rather suggests that their magnitudes have not been big enough to significantly influence energy supply based on the historical data from 1994 to 2003. These findings lead to useful policy implications for countries attempting to promote renewable energy and bioenergy development.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The share of renewable energy in the primary energy portfolio and the growth of the share over time vary tremendously across OECD countries [1]. Yet the forces that lead to these differences are not well understood. Knowledge of the differences as well as of their causes could be of value in guiding future development of renewable energy, particularly for those countries that intend to promote renewable energy. In this study, we first synthesize the potential factors that have been argued to have contributed to the development of renewable energy in general and bioenergy in particular and then via econometrical modeling identify their key driving forces. These factors are either specific to individual countries or general for OECD countries as a whole.

Development of renewable energy, including bioenergy, has been attributed to a variety of intertwined factors

including energy resources endowments, energy prices, R&D (research and development) expenditures, socioeconomic considerations, environmental concerns, and policy, among others [1–8]. The oil price spikes in the 1970s–1980s led to a short episode of increased R&D expenditures on renewable energy in OECD countries [1,9]. Though the contribution of renewable energy in the OECD total primary energy supply (TPES) has not changed much since then, this event might have helped the advancement of some renewable energy technologies and the preparation for better meeting future energy supply challenges. Increased environmental concern in recent years, such as that related to global climate change, coupled with the recurrence of oil price increases, has once again drawn global attention to the development of renewable energy.

Many countries have chosen to respond to energy and environmental challenges together and/or individually.

* Corresponding author. Tel.: +1 979 862 4392; fax: +1 979 845 6049.

E-mail address: j-gan@tamu.edu (J. Gan).

0961-9534/\$ – see front matter © 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

doi:10.1016/j.biombioe.2011.03.022

Among these responses is the development of energy policy. There have been a variety of renewable energy policies developed and implemented in OECD countries; yet effectiveness of these policies varies [1]. The experience in the European Union (EU) shows that seeking a proper balance between technological development and market introduction or deployment is important in the market penetration of renewable energy, and that the choice of policy instruments (e.g., quota or incentive) can also make a difference [10]. National policy programs have also been credited for the growth of bioenergy in the EU as these policies influence technology choices as well as stimulate bioenergy production and consumption [11]. Moreover, combining policies, technology, and management is considered to be crucial to develop innovative bioenergy markets [8].

In addition to some global common responses to energy and environmental concerns, individual countries have followed different paths in developing their renewable energy supplies. These various pathways could also offer useful insight into the factors that influence renewable energy development in different biophysical and socioeconomic settings. Here we look into the cases of two Nordic countries where renewable energy has traditionally played a much more visible role in their energy markets than in many other countries.

Sweden, for example, has witnessed the doubling of its forest bioenergy use over the past three decades; the drivers for its forest bioenergy development have evolved over time [2]. The "oil crises" first stimulated the country to capitalize on its rich renewable energy resources to reduce its dependence on imported oil. This was followed by increased environmental awareness including recent concerns by the general public about global climate change. These have driven the development of renewable energy policies that promote the production and consumption of forest bioenergy. Meanwhile, research has led to the development and deployment of renewable energy technologies (e.g., the technologies for procuring and processing forest biomass and converting biomass to bioenergy), which have reduced the production costs of forest bioenergy and thus facilitated its market penetration.

Renewable energy, particularly bioenergy including forest bioenergy for heating and power generation, has played a significant role in Finnish energy supply. Enhancement of wood energy has been a key component in the country's climate change mitigation strategies. Finland has adopted a variety of means to promote the use of forest biomass and bioenergy, including environmental taxes, financial support for research and investments, and development and commercialization of technology. In addition, the consensus about environmental and energy policy implications among the government, industries, and the general public has also been important to the development of renewable energy in the country [5].

The review of previous studies reveals that there may be both general and country-specific drivers for renewable energy and bioenergy. Though existing literature suggests the factors that are likely to stimulate renewable energy development, few studies have quantified the linkages between these factors and renewable energy, including bioenergy, development. In this

study, we test the statistical relationships between selected factors (potential drivers) and the supply of renewable energy and bioenergy in OECD countries. Our emphasis is to identify major drivers for renewable energy and bioenergy development in OECD countries in the past, and based on that, to offer some policy recommendations for the future development of renewable energy and bioenergy.

2. Methods

2.1. The model

We applied the panel data modeling approach to this analysis. A general panel data model takes the following form:

$$y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta' x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

where $i = 1, 2, \dots, N$ for individuals (e.g., countries in our case); $t = 1, 2, \dots, T$ for time; y = the dependent variable; x = a $k \times 1$ vector of independent variables; β = a $k \times 1$ vector of constants; α = the individual effect; γ = the time effect; and ε = the error term.

This modeling approach has several advantages. It allows us to incorporate both space (country) and time dimensions into the analysis. As such, it can be better to alleviate collinearity and to control for the possible biases induced from omitted or unobserved variables than time series or cross-sectional models [12,13].

We analyzed renewable energy as a whole and its subset, bioenergy, as it is the most important renewable energy source in the world [8]. According to IEA classification [14], renewable energy includes combustible renewables and waste, hydro power, geothermal energy, solar energy, wind energy, and tide, wave and ocean energy. Bioenergy primarily consists of combustible renewables and waste, including solid biomass (crop and forest biomass) and animal products and waste, gas and liquid from biomass, municipal waste, and industrial waste. Per capita supply of renewable energy or bioenergy was used as the dependent variable in the models.

Drawing on previous studies as discussed earlier, we selected a few most likely and measurable factors as independent variables. These independent variables included the energy price (measured by consumer price index for energy), natural resources endowments, GDP, government R&D expenditures on renewable energy and bioenergy, CO₂ emissions, and policies. Total land surface area was used as the proxy for the natural resources endowment in modeling renewable energy because land has been considered as an important factor for renewable energy production [1]. Forestland area was used to represent natural resources endowment in modeling bioenergy energy as forests are a primary source of biomass on the earth. Without doubt, these proxies for renewable energy and bioenergy endowments are not perfect for all countries because of their differences in renewable energy and bioenergy sources. Such differences represent a challenge for using one common variable to measure renewable energy and bioenergy endowments for all countries. Given the differences and data limitations, land area seems to be a reasonable choice.

Following IEA [1,14], we classified policies into three categories: research and innovation policies, market deployment policies, and market-based energy policies. The research and innovation policies support the development of new and improved technologies for renewable energy, including bioenergy. The market deployment policies provide support for the market introduction of new and improved technologies and encouraged the development of an industry. These policies seek to enhance technical performance and differentiation of a product or service, to improve the cost-competitiveness of technology, to achieve a sustainable level of production and market share, to promote public awareness and social acceptance, and to develop a sustainable energy system. The market-based energy policies are those intended to create a competitive market framework and to internalize externalities associated with energy production and consumption such as energy security, environmental protection, and economic efficiency.

The empirical models can be expressed as

(a) renewable energy:

$$\text{RewE} = f(\text{CPI}_E, \text{LAND}, \text{GDP}, \text{RD}_R, \text{RIP}_R, \text{MDP}_R, \text{MBEP}_R, \text{CO}_2), \quad (2)$$

(b) bioenergy:

$$\text{BioE} = g(\text{CPI}_E, \text{FLAND}, \text{GDP}, \text{RD}_B, \text{RIP}_B, \text{MDP}_B, \text{MBEP}_B, \text{CO}_2), \quad (3)$$

where RewE is the per capita supply of renewable energy (tonnes of oil equivalent (toe) per capita, 1 toe = 46 GJ); BioE is the per capita supply of bioenergy (toe per capita); CPI_E is the consumer price index of energy (base = 100); LAND is the land area per capita (km² per capita); FLAND is the forestland area per capita (km² per capita); GDP is the gross domestic product per capita (M\$ per capita, in US dollars); RD_R and RD_B are the government R&D expenditures on renewable energy or bioenergy, respectively (k\$ per capita); RIP_R and RIP_B are the number of the research and innovation policies in effect for renewable energy and bioenergy, respectively (each policy instrument represents an administrative or regulatory procedure pertaining to the three policy categories [1]); MDP_R and MDP_B are the number of market deployment policies in effect for renewable energy and bioenergy, respectively; MBEP_R and MBEP_B are the number of market-based energy policies in effect for renewable energy and bioenergy, respectively; and CO₂ is the amount of CO₂ emissions per capita (t CO₂ per capita).

2.2. Data

The data used in this analysis were obtained from IEA and OECD. The data on energy and policies were derived from IEA [1] while all the other data were obtained from OECD [9]. Due to missing data and possible structural breaks in the econometric models, the data used in this analysis cover the period of 1994–2003 for 26 OECD/IEA countries. The means of these annual series for each country are presented in Tables 1–3.

2.3. Model estimation

We estimated two empirical models: one for renewable energy and the other for bioenergy. The empirical models were estimated after performing a series of interactive statistical diagnostic tests. These tests evaluated fixed or random effects, collinearity, heteroscedasticity, and serial correlation. For both renewable energy and bioenergy models, F-tests lead to the rejection of the null hypothesis of no one-way fixed effects for country, but failed to reject the null hypothesis of no one-way fixed effects for time or no two-way fixed effects for both time and country at the 1% significance level. Therefore, the one-way (country) fixed effects model was an appropriate choice. Both the Lagrange multiplier (LM) test for fixed effects models proposed by Baltagi and Li [15] and the modified Durbin–Watson test developed by Bhargava et al. [16] indicated that there was no statistical evidence of autocorrelation. LM = 0.80 and DW = 1.90 for the renewable energy model and LM = 0.07 and DW = 1.96 for the bioenergy model. Thus we failed to reject the null hypothesis of

Table 1 – Country characteristics.^a

Country	Land area (Mm ²)	Forest area (Mm ²)	Population (M caput)	CO ₂ emissions from energy (Mt)	GDP ^b (G\$)
Australia	7.713	1.620	18.850	308	468
Austria	0.084	0.035	8.074	63	208
Belgium	0.031	0.007	10.226	116	251
Canada	9.971	4.487	30.308	490	799
Czech Republic	0.079	0.027	10.276	118	137
Denmark	0.043	0.006	5.307	57	139
Finland	0.338	0.257	5.156	59	119
France	0.549	0.176	58.610	368	1446
Germany	0.357	0.107	82.048	866	1948
Greece	0.132	0.030	10.704	81	167
Hungary	0.093	0.018	10.246	58	115
Ireland	0.070	0.006	3.743	37	94
Italy	0.301	0.069	57.074	415	1345
Japan	0.378	0.261	126.508	1136	3149
South Korea	0.099	0.063	46.403	389	717
Luxembourg	0.003	0.001	0.430	8	18
Netherlands	0.042	0.004	15.785	173	400
New Zealand	0.270	0.095	3.814	29	76
Norway	0.324	0.126	4.448	35	135
Portugal	0.092	0.034	10.190	53	160
Spain	0.506	0.167	40.091	252	756
Sweden	0.450	0.333	8.866	52	216
Switzerland	0.041	0.013	7.150	43	206
Turkey	0.779	0.210	65.697	174	405
The United Kingdom	0.245	0.029	58.505	533	1399
The United States	9.629	3.178	274.067	5395	8934
Total	32.619	11.359	972.576	11,307	23,809

^a These figures represent the annual means of the variables for the 1994–2003 period. Sources: IEA [1] and OECD [9].

^b GDP was measured in ppp (purchasing power parity) [9] and US dollars.

Table 2 – Means of energy prices, R&D expenditures, and policies in OECD countries, 1994–2003.

Country	CPI of energy (year 2000 = 100)	Renewable energy				Bioenergy			
		R&D expenditure (M\$)	Research & innovation policies (#)	Market deployment policies (#)	Market-based policies (#)	R&D expenditure (M\$)	Research & innovation policies (#)	Market deployment policies (#)	Market-based policies (#)
Australia	92.4	8.99	1.7 ^a	2.5	0	1.12	0	0.3	0
Austria	92.8	10.80	1.0	4.9	1.3	6.15	1	3.5	1
Belgium	90.7	2.48	1.5	2.9	0	0.79	0	1.7	0
Canada	90.9	18.38	1.4	2.2	0.8	8.05	1.4	0.6	0
Czech Republic	81.4	0.07	0	2.3	0	0.00	2.3	0	0
Denmark	89.4	20.28	1	5.6	2	6.20	0	2.7	0
Finland	90.4	11.81	3	1.5	1.6	8.54	1.4	1.5	0
France	92.3	11.69	1	6.4	1.4	2.59	0	1.6	0
Germany	93.4	97.28	2.2	8.4	0.5	6.60	1	4.5	0
Greece	93.3	5.18	0.9	4	0.9	0.86	0	0	0
Hungary	78.6	0.75	1.3	2.5	0	0.52	0.5	0.8	0
Ireland	91.0	0.27	0	2.7	0.9	0.05	0.2	2.4	0
Italy	95.4	50.42	1.4	3	2.3	7.99	1	1.1	0
Japan	100.2	133.69	1.7	3.6	0	11.05	0	0	0
South Korea	83.9	2.47	3.7	3.7	0	0.43	2.8	2.8	0
Luxembourg	88.2	0.35	0.7	1.4	0	0.14	0	0	0
Netherlands	91.5	48.08	1	6.2	0.9	13.40	1	3.4	0
New Zealand	92.6	1.79	1	1.7	0.4	0.27	0.7	2.1	0
Norway	95.9	6.41	1.9	1.9	1	1.23	0	0	0
Portugal	97.9	1.11	1	3.2	0	0.17	0	0	0
Spain	91.1	22.27	1	3.8	0.7	4.96	1	3.3	0
Sweden	96.9	21.42	1	4.3	2.7	13.19	1	2.7	0
Switzerland	88.8	40.47	1	2.8	0	6.74	0	1.4	0
Turkey	105.3	1.09	1	1	0	0.14	0	0	0
The U.K.	92.1	14.51	1	1.2	0	4.70	1	1.7	0
The U.S.	92.6	260.33	7.9	6	0	82.27	1.9	3.2	0

Sources: IEA [1] and OECD [9].

^a This is the mean of the annual numbers of policies in effect from 1994 to 2003 though the number of policies in a specific year cannot be a decimal.

nonexistence of the first-order serial correlation at the 5% significance level.

However, according to the maximum condition index we detected collinearity among the independent variables in both equations (2) and (3). Land area and forestland area were found to be the most significant variable to cause collinearity in equations (2) and (3), respectively and thus were removed from the models. (We also replaced forestland area with the percentage of forestland in the total land area in estimating the bioenergy model, but still found the statistical evidence of collinearity.) Heteroscedasticity was also detected by both the White's and Breusch–Pagan–Godfrey (B–P–G) tests at the 1% level (White's statistic = 161.6 and B–P–G statistic = 81.2 for renewable energy; White's statistic = 144.0 and B–P–G statistic = 101.2 for bioenergy). As a result, Generalized Least Squares was used in fitting both renewable energy and bioenergy models.

Because there were very few market-based energy policies that were in effect and targeted bioenergy (Table 2), this variable was omitted from the bioenergy model. The model was first estimated using the full set of independent variables (excluding land area for the renewable energy model and

forestland area for the bioenergy model due to collinearity), which allowed us to identify which factor affected or did not affect renewable energy or bioenergy supply in OECD countries. Then, we excluded those independent variables that were not statistically significant and fitted the most parsimonious model. Both models are reported in the next section.

3. Results and discussion

The U.S. dominated other OECD countries in R&D expenditures on renewable energy and bioenergy, accounting for 44% and 33% of the total R&D expenditures by these 26 countries on renewable energy and bioenergy, respectively. Other countries investing relatively heavily in R&D were Japan and Germany for renewable energy and The Netherlands, Sweden, and Japan for bioenergy. Among the three policy categories, market deployment policies were most widely used whereas market-based energy policies to internalize the market and environmental externalities were least developed and implemented (Table 2).

Table 3 – Annual average per capita supply and market shares of renewable energy and bioenergy in OECD countries, 1994–2003.

Country	Supply		Market share ^a	
	Renewable energy (GJ per capita)	Bioenergy (GJ per capita)	Renewable energy (%)	Bioenergy (%)
Australia	14.91 (11) ^b	11.63 (6)	6.4	5.0
Austria	33.35 (6)	14.83 (3)	21.9	9.7
Belgium	3.57 (20)	3.49 (17)	1.5	1.5
Canada	55.27 (5)	14.20 (4)	16.5	4.2
Czech Republic	3.23 (22)	2.14 (21)	1.9	1.3
Denmark	16.17 (9)	13.65 (5)	10.1	8.5
Finland	58.46 (4)	48.47 (1)	21.6	17.9
France	12.26 (12)	7.98 (11)	6.9	4.5
Germany	5.08 (18)	3.49 (17)	2.9	2.0
Greece	5.46 (17)	3.95 (15)	5.4	3.9
Hungary	2.14 (24)	2.10 (22)	2.0	2.0
Ireland	2.73 (23)	2.23 (20)	1.8	1.5
Italy	6.80 (14)	1.30 (26)	5.6	1.1
Japan	5.92 (16)	1.85 (23)	3.5	1.1
South Korea	1.89 (25)	1.47 (24)	1.2	0.9
Luxembourg	4.96 (19)	3.95 (15)	1.4	1.1
Netherlands	3.44 (21)	3.32 (19)	1.7	1.6
New Zealand	59.05 (3)	8.65 (10)	31.2	4.6
Norway	107.90 (1)	11.13 (7)	45.7	4.8
Portugal	15.37 (10)	10.25 (9)	16.1	10.8
Spain	7.48 (13)	4.37 (14)	6.1	3.6
Sweden	64.76 (2)	35.53 (2)	27.3	14.9
Switzerland	27.80 (7)	6.09 (12)	17.9	3.9
Turkey	6.76 (15)	4.54 (13)	15.1	10.1
The United Kingdom	1.68 (26)	1.34 (25)	1.0	0.8
The United States	16.25 (8)	10.37 (8)	4.9	3.1

a The market shares are relative to the total primary energy supply in each country.

b The numbers inside parentheses are rankings by country. Sources: IEA [1] and OECD [9].

Renewable energy accounted for about 6% of TPES in OECD countries; and about half of the renewable energy was bioenergy [1]. Table 3 shows the average shares and per capita supply of renewable energy and bioenergy in OECD countries for the period of 1994–2003. There was tremendous variation in the shares among OECD countries, ranging from less than 2% in Belgium, Czech Republic, Ireland, Korea, Luxembourg, the Netherlands, and the United Kingdom to over 45% in Norway. A similar pattern existed for the contributions of bioenergy to TPES in OECD countries with Finland and Sweden leading the way.

The annual average supply of renewable energy ranged from 1.68 GJ per person in the United Kingdom to 107.90 GJ per person in Norway, with an average of 20.87 GJ per person for these 26 OECD countries as whole. Seven countries had their supply (per capita) over the OECD average. There were five OECD countries whose supply of renewable energy was more than 42 GJ per person. These countries included Norway, Sweden, New Zealand, Finland, and Canada. The major types of renewable energy for these countries were different: hydro

for Norway and Canada, geothermal and hydro for New Zealand, biomass and hydro for Sweden, and biomass for Finland.

In terms of bioenergy, the average supply for the 26 OECD countries was 8.95 GJ per person. There were nine countries whose supply was above the OECD average; yet only one country (Finland) had an average supply of over 42 GJ per person. In addition to Finland, Sweden, Austria, Canada, and Denmark led the way in per capita bioenergy supply among OECD countries.

The regression results show that only market deployment policies and GDP had statistically significant effects on the supply of renewable energy or bioenergy (Tables 4 and 5). This reveals that the common drivers for renewable energy and bioenergy in OECD countries over the past decade were market deployment policies and GDP. Such results appear convincing. Renewable energy, including bioenergy, market deployment policies stimulate the commercialization of technologies and the development of renewable energy and bioenergy markets, thus facilitating the supply and production of renewable energy, including bioenergy. Countries with higher GDP tend to put more emphasis on the development of renewable energy and bioenergy, as they are in general more concerned about alternative energy supply and environmental issues than those with a lower income. In addition to these two driving forces, the validity of one-way (country) fixed effects suggests the existence of country-specific drivers for renewable energy and bioenergy. Though this study did not determine these country-specific drivers, existing literature as discussed previously offers useful hints regarding these drivers, including energy resources endowments, public awareness and support, and country-specific energy and

Table 4 – The results of the regression models for renewable energy.

Dependent variable	The general model		The parsimonious model	
	Estimated coefficient	Pr > t	Estimated coefficient	Pr > t
Renewable energy research and innovation policies	-0.0112	0.1077		
Renewable energy market deployment policies	0.0120	0.0017	0.0124	0.0007
Market-based renewable energy policies	0.0095	0.3289		
Consumer price index (CPI) of energy	-0.0002	0.3018		
Gross domestic product (GDP), M\$ per capita	2.8151	0.0703	2.7612	0.0585
CO ₂ emissions, kt per capita	0.4313	0.9248		
R&D expenditures on renewable energy, k\$ per capita	5.1551	0.5972		
Adjusted R ²	0.99		0.99	
Number of observations	260		260	

Table 5 – The results of the regression models for bioenergy.

Dependent variable	The general model		The parsimonious model	
	Estimated coefficient	Pr > t	Estimated coefficient	Pr > t
Bioenergy research and innovation policies	0.0066	0.3651		
Bioenergy market deployment policies	0.0057	0.0926	0.0053	0.1080
Consumer price index (CPI) of energy	-0.0001	0.5898		
Gross domestic product (GDP), M\$ per capita	3.7093	<0.0001	4.0028	<0.0001
CO ₂ emissions, kt per capita	0.6924	0.7959		
R&D expenditures on bioenergy, k\$ per capita	9.0319	0.3595		
Adjusted R ²	0.98		0.98	
Number of observations	260		260	

environmental policies and programs, among other things. The existence of the country-specific effect also implies that there are different pathways to renewable energy and bioenergy development.

Surprisingly or not, other factors such as research and innovation policies, market-based energy policies, energy prices, and R&D expenditures did not play a significant role in enhancing renewable energy and bioenergy supply during the period studied. The fact that research and innovation policies and R&D expenditures had no significant impact could be attributed to several reasons. First, unlike some high technologies, renewable energy and bioenergy technology can easily be transferred across international borders. This might reduce the incentive for individual countries to invest heavily in developing renewable energy and bioenergy technologies. Second, R&D expenditures and research and innovation policies for renewable energy and bioenergy have been quite modest among OECD countries [1]. The level of the expenditures and the significance of the policies might not be high enough to boost the development of renewable energy, including bioenergy. Third, non-technical barriers like sector integration, scale effects, and cost-competitiveness could have dampened the implementation of bioenergy technologies despite the long history of R&D efforts [7]. Fourth, research usually has a lagged impact on the commercialization or industrialization of technologies. We did not incorporate such delayed impacts into this analysis due to data limitations.

The insignificant impact of CO₂ emissions implies that curtailing greenhouse gas emissions has not been adequately integrated into energy policies in OECD countries in general. Similarly, market-based energy policies were primarily designed to internalize the externalities such as energy security, environmental protection, and economic efficiency

resulting from energy production and utilization; the coverage and magnitude of this type of policy have not been significant enough yet to drive the development of renewable energy, including bioenergy. Finally, though energy prices have increased over the past decade, the magnitude of the increase was probably not large enough to alter the competitive status of renewable energy, including bioenergy, relative to fossil fuels [17].

4. Concluding remarks

This study is intended to identify major drivers for renewable energy and bioenergy development among OECD countries. Via panel data modeling we found that renewable energy and bioenergy market deployment policies and GDP had significant effects on the per capita supply of renewable energy and bioenergy in OECD countries. In addition to these common driving forces, there were some country-specific factors influencing the development of renewable energy and bioenergy in individual countries. There was no statistically significant impact of other factors considered in our study, including renewable energy and bioenergy research and innovation policies, market-based energy policies that provide incentives or impose taxes to mitigate the market and environmental externalities, energy prices, CO₂ emissions, and government R&D expenditures on renewable energy and bioenergy.

These findings lead to several important implications for future policies and development of renewable energy and bioenergy. First, general economic development as reflected by GDP would facilitate renewable energy and bioenergy development. Namely, countries are more likely to emphasize renewable energy, including bioenergy, as their GDP grows. Second, adopting and implementing market deployment policies seems to be an effective means to stimulate renewable energy and bioenergy development, at least in the short run. Third, there are some country-specific drivers for renewable energy and bioenergy. Thus, individual countries should realize their uniqueness and capitalize on their advantages and unique measures that have been proved effective in enhancing the development of their renewable energy and bioenergy industry and markets. Finally, though research and innovation policies, market-based energy policies, energy prices, CO₂ emissions, and R&D expenditures were not found to have significant impacts, this does not necessarily mean that they could not become drivers, but rather indicates that the magnitudes of these factors have not been consistently large enough to significantly fuel renewable energy and bioenergy development.

This study could be expanded and improved in several ways. One area for improvement would be to identify better variables for depicting renewable energy and bioenergy endowments. Moreover, the available data used in this study were only up to the year 2003, without adequate representation of the most recent trends in energy markets and environmental initiatives. Model estimates could be improved when more data become available in the future. Finally, we focused only on OECD countries. Future studies could be expanded to include developing countries. However, the

drivers affecting renewable energy use in developing countries could be different from those in OECD countries, which might require a different model structure.

Acknowledgements

The authors are grateful to participants at the 2006 IEA Bioenergy Tasks 29, 31, and 39 Workshop for their helpful comments. This study was financially supported in part by the Texas Agricultural Experiment Station, the University of Toronto, and USDOE and USDA Biomass Research and Development Initiatives (Grant no.: 68-3A75-4-143).

REFERENCES

- [1] IEA. Renewable energy: market and policy trends in IEA countries. Paris, France: IEA; 2004. 668 p.
- [2] Björheden R. Drivers behind the development of forest energy in Sweden. *Biomass Bioenergy* 2006;30:289–95.
- [3] Domac J, Richards K, Risovic S. Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects. *Biomass Bioenergy* 2005; 28:97–106.
- [4] Gan J, Smith CT. Co-benefits of utilizing logging residues for bioenergy production: the case for East Texas, USA. *Biomass Bioenergy* 2007;31:623–30.
- [5] Hakdila P. Factors driving the development of forest energy in Finland. *Biomass Bioenergy* 2006;30:281–8.
- [6] McKay H. Environmental, economic, social and political drivers for increasing use of woodfuel as a renewable resource in Britain. *Biomass Bioenergy* 2006;30:308–15.
- [7] Roos A, Graham R, Hektor B, Rakos C. Critical factors to bioenergy implementation. *Biomass Bioenergy* 1999;17: 113–26.
- [8] Silveira S. *Bioenergy – realizing the potential*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier; 2005.
- [9] OECD. *OECD factbook 2005: economic, environmental, and social statistics*. Paris, France: OECD; 2005. 236 p.
- [10] Blok K. Renewable energy policies in the European Union. *Energy Policy* 2006;34:251–5.
- [11] Faaij A. Bio-energy in Europe: changing technology choices. *Energy Policy* 2006;34:322–42.
- [12] Baltagi B. *Econometric analysis of panel data*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons; 2001.
- [13] Hsiao C. *Analysis of panel data*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2003.
- [14] IEA. *Renewables in global energy supply—an IEA fact sheet*. Paris, France: IEA; 2002. 9 p.
- [15] Baltagi B, Li Q. Testing AR(1) and MA(1) disturbances in an error component model. *J Econometrics* 1995;68: 133–51.
- [16] Bhargava A, Franzini L, Narendranathan W. Serial correlation and the fixed effects model. *Rev Econ Stud* 1982; 49:533–49.
- [17] Gan J, Smith CT. A comparative analysis of woody biomass and coal for electricity generation under various CO₂ emissions reductions and taxes. *Biomass Bioenergy* 2006;30: 296–303.

Liite 9. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries, s. 1004-1005 & 1007-1008

6.	Review of strategies on the country level	1016
6.1.	Feed-in tariffs and premiums	1016
6.1.1.	Case study Denmark	1016
6.1.2.	Case study Germany	1018
6.1.3.	Case study Spain	1019
6.2.	Bidding/tendering systems	1020
6.2.1.	Case study UK's NFFO	1020
6.3.	Quota-based trading systems	1021
6.3.1.	Case study United Kingdom	1021
6.3.2.	Case study Italy	1023
6.3.3.	Case study Belgium	1023
6.3.4.	Case study Sweden	1023
6.4.	Investment incentives	1024
6.4.1.	Case study: the German 1000 roofs and 100,000 roof-top PV programs	1024
6.5.	Investment-based tax incentives	1025
7.	What works and why: effectiveness and efficiency of promotion policies	1025
7.1.	Effectiveness of policy instruments	1025
7.2.	Economic efficiency	1026
7.3.	Comparison of effectiveness and financial indicators	1028
7.4.	Summary of historical RES policy performances	1032
8.	Conclusions	1032
	References	1033

1. Introduction

1.1. Motivation: EU-targets for RES

Increasing the share of renewable energy for electricity generation (RES-E) is a major target within the European Union as well as at global scale. In 2001 the Directive 2001/77/EC [4] on renewable energies in the electricity sector (European Parliament and Council, 2001) set challenging indicative national targets to increase the share of RES-E in the EU electricity mix from 12% in 1997 to 21% by 2010. A more recently accepted target is to strive for an increase of the share of renewable energy sources (RES) in overall EU energy consumption from 8.5% today to 20% by 2020. Corresponding national targets have been proposed by the European Commission in the Directive on the promotion of the use of energy from renewable sources (COM(2008) 19) [5] as integral part of the climate and energy package of 23 January 2008. In contrast to prior, national targets are now referring to all energy sectors (and not only the power sector) and are legally binding.

Yet, to bring about a breakthrough for RES, a series of barriers have to be overcome and proper promotion strategies have to be implemented. Currently, a wide range of strategies is applied in different countries. Yet, which of the different instruments is most effective and efficient for increasing the dissemination of RES-E is still a topic of very controversial discussions. Within the wide range of applicable strategies most important is the discussion whether feed-in tariffs or tradable green certificates based on quotas are preferable.

1.2. Objective of this paper

The major objectives of this report are to:

- document the development of the RES-E market in the EU-27 in recent years;
- describe which energy policy instruments have been applied and consequently resulted in specific deployments;
- provide a brief evaluation of the performance of various strategies in the last years within the EU Member States. Thereby, the economic efficiency (e.g. costs per kWh new RES-E) and the effectiveness (e.g. kW deployed per year and capita) of different support instruments like quota systems based on tradable green certificates (TGCs), tenders or feed-in tariffs (FITs) are depicted at Member State level.

1.3. Review of the literature

In the literature, reviewing the effectiveness and efficiency of various promotion strategies for RES-E has attracted increasing attention in recent years. Thereby the impact of the design of direct policy instruments on the market growth and on the policy costs of different support measures have been in the focus of the discussion. Yet, although it has increased substantially, the impact of deregulation and competition on renewables were often neglected. As a starting point, the wide range of schemes to promote RES is e.g. described by Haas et al. [6].

One of the first survey papers was published by Meyer [13]. Therein, he concludes that the big challenge for the proponents of market principles is to demonstrate that the dilemma of striving for short-term profits on the one hand and aiming for long term investments and cost reductions on the other hand can be solved satisfactorily. Huber et al. [11] give a concise summary of comprehensive effects of different design elements of renewable energy policy instruments. Their major conclusions are that the careful design of strategies is by far the most important aspect and that the promotion of newly installed plants rather than already existing plant is crucial for a successful strategy. Moreover, they argue that so far well-designed FITs were more effective and cost-efficient than other promotion schemes.

van der Linden et al. [18] discuss the success of renewable energy obligation support mechanisms in Europe and the U.S. Their major conclusion is that "a [TGC-based] obligation is effective and cost-effective in theory. However, it seems too early to conclude that the system delivers these promises in practice".

An analysis carried out by Dinica [3] examines the diffusion of renewable energy technologies taking into account the role of investors. She argues that a sound and secure investment climate which allows sufficient profitability combined with low investment risks is vital for a significant development of RES-E. Lemming [12] scrutinises financial risks in a TGC market and concludes that the higher risks associated with TGC-systems compared with FIT-systems result in higher profit requirements by investors.

Mitchell et al. [15] compare the UK quota obligation system with the German FIT system regarding the correlation between risks for generators or investors and policy effectiveness. They come to the conclusion that low risks implicate high policy effectiveness and that the German FIT-system provides higher security for investors than the British Renewables Obligation. Butler and Neuhoff [1]

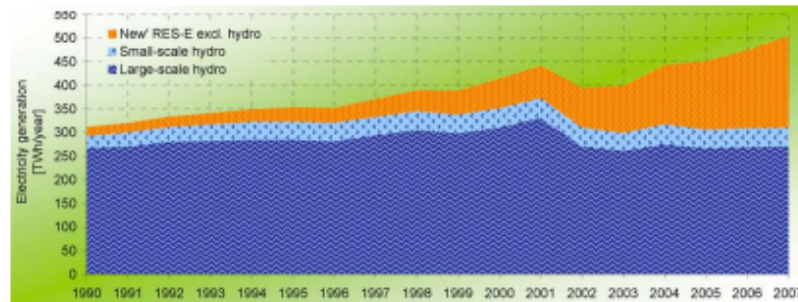


Fig. 1. Historical development of electricity generation from RES in the European Union (EU-27) from 1990 to 2007.

conclude that the “resource-adjusted costs to society of the FIT is currently lower than the cost of the TGC systems”.

Held et al. [10] and Ragwitz et al. (2007) [16] analyse the success of policy strategies for the promotion of electricity from renewable energy sources in the EU. They show that instruments, which are effective for the promotion of RES-E are frequently economically efficient as well. Furthermore they conclude that “promotion strategies with low policy risks have lower profit requirements for investors and, hence, cause lower costs to society”.

Toke [17] assesses the effectiveness of the UK’s Renewable Obligation (RO). He concludes that “there are problems with the British RO, and it certainly does not deliver renewable energy any more cheaply than a feed-in tariff.”

Haas et al. [7] compare different promotion schemes for RES-E world-wide. Their major conclusion is that “promotional schemes that are properly designed within a stable framework and offer long-term investment continuity produce better results.”

Finally, in a recent paper Meyer [14] analyses the major lessons learned from wind energy policy in the EU: Lessons from Denmark, Sweden and Spain. His major conclusion is that “the lack or delayed development of such a supportive, stable environment explains the different patterns of wind development seen in Sweden and Spain” and points to the problems created by liberalised and short-sighted commercial energy markets even for wind energy pioneers like Denmark.

2. Historical development and current status of RES-E deployment in EU countries¹

2.1. Historical development at EU level

The historical development of electricity generation from RES at EU-27 level is shown in Fig. 1 for the period 1990 to 2007, whereby total RES-E generation grew by 30% from 371 TWh in 1997 to 503 TWh in 2007. As observable therein, hydropower is the dominant renewable energy source, comprising about 90% of all RES-E production in 1997. However, this dominance has been slowly decreasing over the past years. Reasons for this are twofold: On the one hand, actual rainfall was below average in some years, especially in the near past (from 2002 to 2007). On the other hand, a continuous growth of ‘new’ RES-E² such as wind or biomass has been taking place. In 2007

hydropower contributed only 60% to total RES-E generation in the EU-27.

The share of RES-E in gross electricity consumption was 14.1% in 2007 at EU-27 level. Compared to 1997 when RES-E accounted for 12.8% this represents only a marginal increase, despite positive developments regarding ‘new’ RES-E. Two issues are of importance in this respect: Firstly, the contribution of hydropower in 2007 was lower than in 1997 due to below average rainfall, which strongly affects the overall RES-E generation figure. Assuming normal climatic conditions, the contribution of RES-E as a share of electricity consumption in 2007 would have been 14.9%. Secondly, the demand for electricity at EU level has grown by more than 15% since 1997, which has largely offset the newly realised deployment of RES-E since then. If electricity consumption would have remained at 1997 levels, the actual contribution of RES-E in 2007 would have been 17.4%. Taking additionally also normal climatic conditions into account, the RES-E share in 2007 would have been 18.5%.

More detail of the development of ‘new’ RES-E is given in Fig. 2, expressing the evolution of electricity generation at EU27 scale on technology level excluding hydro power, again for the period 1990–2007. As observable, biomass and wind power are mainly responsible for the impressive historic progress, especially in recent years (from 1997 on).

Below Fig. 3 illustrates the corresponding yearly growth rates of the individual ‘new’ RES-E technologies. However, care should be taken when interpreting these results, since growth rates may easily be higher for any novel technology option in an early stage of market development compared to a mature one.

A comparison of the deployment of ‘new’ RES-E technologies within two differing time periods – i.e. 1990–1998 and 1999–2007 – is given in Fig. 4. Although a strong development of onshore wind and biomass energy was dominating in both time periods, the major share of small-scale hydro power plants in early years was substituted by wind onshore energy in the more recent past. However, recently also an expansion of photovoltaics is getting apparent. In contrast to above, biowaste expanded mainly in the early years.

2.2. Progress at country level

Fig. 5 depicts the share of RES-E in total electricity consumption for the years 1997 and 2006. Additionally, this depiction indicates the indicative national RES-E targets for 2010 as set by Directive 2001/77/EC [4]. It is getting apparent that in particular Denmark, Germany, Hungary and Slovenia were able to increase their RES-E share considerably during the considered period. Comparing the RES-E share of the mentioned countries in 2006 to the given targets, a fulfilment can be expected assuming a constant future growth of RES-E exploitation. By contrast an increase in gross electricity consumption in combination with considerable restraints of the

¹ As default data as presented in this chapter is based on EUROSTAT – for the exceptional case where alternative data proved to be more accurate, the default data was modified. For 2007 only provisional data was applicable for some technologies, which is then based on IEA and EurObserver.

² The technologies assessed include hydropower (large and small), photovoltaic, solar thermal electricity, wind (onshore, offshore), biogas, solid biomass, biodegradable fraction of municipal waste, geothermal, tidal and wave energy.

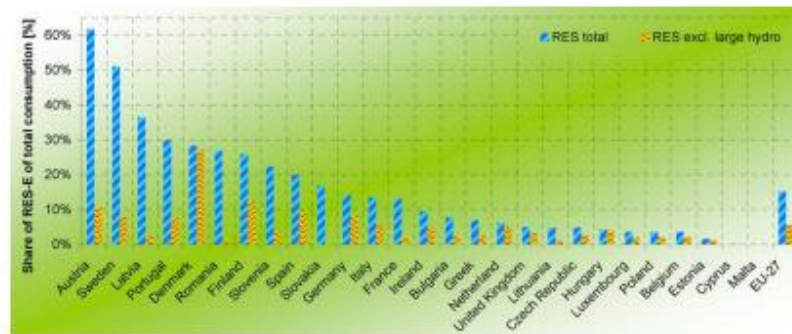


Fig. 6. RES-E share and share exclusive large hydro in gross electricity consumption in the EU countries in 2007.

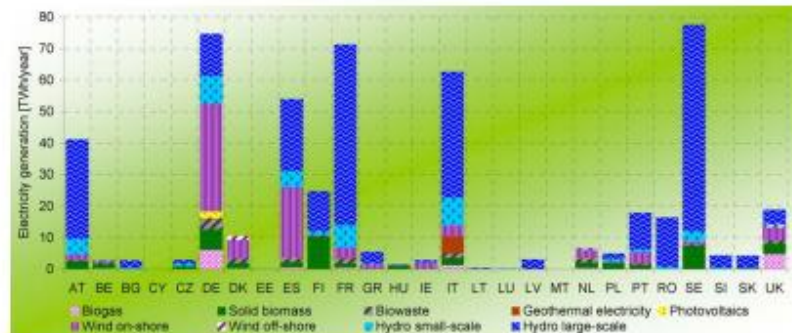


Fig. 7. RES-E generation in 2007 by EU-27 Member State.

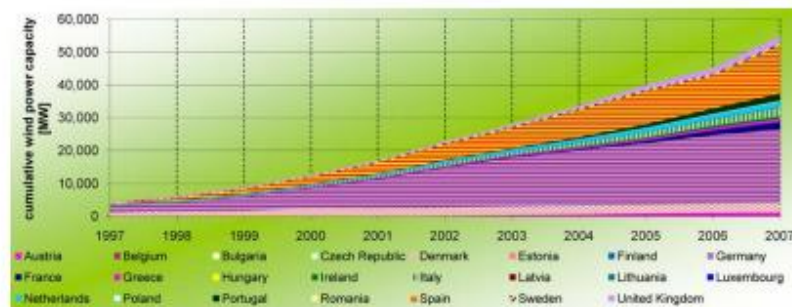


Fig. 8. Historical development of cumulative installed wind capacity in EU-27 countries.

Source: EWEA, IEA Renewables Information 2007.

their RES-E share neglecting or considering the contribution of large hydropower. At present within four countries, namely Austria, Sweden, Latvia and Romania, more than a third of their overall electricity demand is met by RES-E (including large hydro) generation.

The deployment of RES-E at country level is illustrated in Fig. 6 for the year 2007. Again it can be seen that small hydro, biomass, and wind are the most important at present.

Of interest, are (i) the large proportions of wind power in Denmark, Spain, and Germany, (ii) the significant contribution of geothermal power in Italy, and (iii) high proportion of power generated from biomass in the UK (including landfill gas, municipal waste and sewage gas), Finland, Sweden and Germany, see Fig. 7.

2.3. Technology details: the evolution of wind power and biomass

Onshore wind power has been the most successful RES technology in recent years, see Fig. 2. Figs. 8 and 9 depict the specific

development of onshore wind power in selected EU countries although it needs to be mentioned that installations of new onshore wind capacity in Denmark have been close to zero in the recent past. This is mainly caused by policy change in the new Danish RES legislation. The new policy relies mainly on the market forces to drive the development.

However, due to rising prices of raw materials as steel, investment costs of wind mills increased and consequently the installed wind capacity stagnated or even decreased slightly within the recent years since support scheme have not been adjusted accordingly, see Fig. 9. Additional to increasing investment costs, financial incentives for wind energy have not been high enough in order to stimulate a constant capacity growth rate as in earlier years. In contrast, other countries as the United Kingdom, France or Portugal set efficient measures for recently, tremendous wind installations.

As Fig. 4 shows, biomass has the second largest percentage of renewable electricity generation in the EU-27. The biggest shares

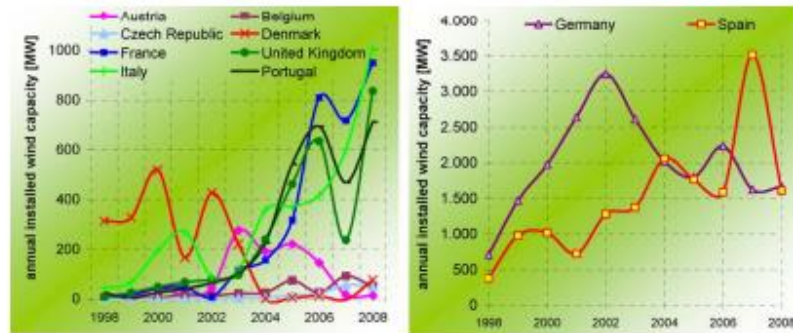


Fig. 9. Historical development of annual installed wind capacity in selected EU countries.

Source: EWEA, IEA Renewables Information 2008.

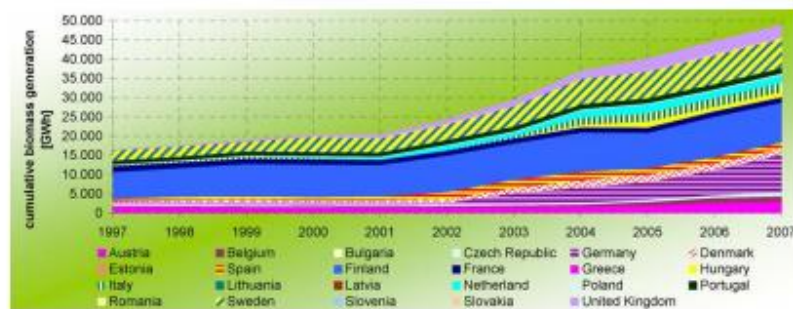


Fig. 10. Historical development of cumulative installed biomass capacity in EU-27 countries.

Source: Eurostat 2008.

hold Sweden and Finland, whereby recently RES-E generation from biomass increased in Denmark, Italy and the United Kingdom, see Fig. 10. A strong future increase of cumulative biomass capacity is expected due to large potentials in the new EU Member States.

Fig. 11 shows the cumulated installed biomass capacity in selected EU countries. Generally in contrast to the wind energy sector a more uniform growth is observed due to less sensitive investment costs and continuous financial support schemes. However, in the year 2001 some plants in Germany were decommissioned that are only slightly replaced by new biomass technologies.

3. Potentials achieved and remaining by country and technology

In the following the potentials achieved and remaining by country and technology are depicted. The future potentials were assessed taking into account the country-specific situation as well as realisation constraints. Fig. 12 depicts the achieved and additional mid-term potential for RES-E in the EU-15 by country (left-hand side) as well as by RES-E category (right-hand side). A similar picture is shown for the new member states (EU-12) and selected candidate countries in Fig. 13. For EU-15 countries, the already achieved potential for RES-E equals 468 TWh,³ whereas the additional realisable potential up to 2020 amounts to 945 TWh

³ The electricity generation potential represents the output potential of all plants installed up to the end of each year. Of course, the figures for actual generation and generation potential differ in most cases – due to the fact that, in contrast to the actual data, the potential figures represent normal conditions, e.g. in case of hydropower, the normal hydrological conditions, and furthermore, not all plants are installed at the beginning of each year.

(about 38% of current gross electricity consumption). Corresponding figures for the EU-12 are 42 TWh for the achieved potential and 145 TWh for the additional mid-term potential (about 36.1% of current gross electricity consumption).

The country-specific situation with respect to the achieved as well as the future potential shares of available RES-E options is depicted below in more detail. Fig. 14 indicates the share of the various RES-E in the achieved potential for each EU-15 country. As already mentioned, (large-scale) hydropower dominates current RES-E generation in most EU-15 countries. However, for countries like Belgium, Denmark, Germany, the Netherlands or the UK – most characterised by rather poor hydro resources – wind, biomass, biogas or bio waste are in a leading position. Fig. 15 illustrates the shares of specific RES-E in the total achieved potential for EU-12 countries: here, hydropower accounts for 87.9% of the RES-E production and, of the other RES-E options, only biomass, biogas and wind were of any relevance. Only in the Czech Republic, Estonia, Hungary and Poland have biomass electricity at shares of 21%, 17%, 83% and 39%, respectively. In all other countries, biomass contributes less than 2% to the RES-E share. In Estonia and Poland, wind energy has attained shares of 56% and 4% in RES-E production, respectively. In this context, also Cyprus has to be mentioned where solely wind energy and photovoltaic dominate the minor renewable energy contribution on electricity supply.

Fig. 16 shows the share of different energy sources in the additional RES-E mid-term potential for the EU-15 for 2020. The largest potential is found in the sector of wind energy (45%) followed by solid biomass (16%), biogas (9%) as well as promising future options such as tidal and wave (13%) or solar thermal energy (3%).

Fig. 17 illustrates the share of different energy sources in the additional RES-E mid-term potential of the EU-12 countries for