



LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Teknillinen tiedekunta  
Energiatekniikan koulutusohjelma  
BH10A0200 Energiatekniikan kandidaatintyö ja seminaari

**UUSIUTUVIEN ENERGIALÄHTEIDEN TAVOITTEET  
EU:SSA**

**THE GOALS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN  
THE EU**

Lappeenrannassa 13.12.2009

0295335 Mikko Tolvanen

ENTE 4

# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	2
2 LÄHTÖKOHDAT 2000-LUVULLE .....	2
2.1 Uusiutuvilla 2000-luvulle .....	5
3 EU:N TAVOITTEET VUOTEEN 2020 MENNESSÄ .....	6
3.1 Sähkön tuotanto .....	7
3.2 Lämmitys & jäähdytys .....	7
3.3 Liikenteen biopolttoaineet.....	8
3.4 Ongelmat tavoitteiden toteuttamisessa.....	8
4 EU:N TOIMINTASUUNNITELMAN TOTEUTTAMISEKSI SUORITETTAVAT PARANNUSTOIMENPITEET .....	10
4.1 Periaatteet ja toimenpiteet.....	10
4.2 Sähköntuotannon tukijärjestelmät.....	12
4.2.1 Syöttötariffijärjestelmät .....	12
4.2.2 Vihreät sertifikaatit .....	13
4.3 Lämmöntuotannon kehittäminen EU:ssa .....	14
4.3.1 Biopolttoaineet lämmityksessä .....	14
4.3.2 Lämpöenergiaa maasta ja ilmasta .....	15
4.4 Biopolttoaineet liikenteeseen .....	17
5 UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET EU:SSA JA NIIDEN KÄYTTÖPOTENTIAALI.....	18
5.1 Bioenergia.....	19
5.2 Tuulivoima.....	20
5.3 Aurinkoenergia .....	22
5.4 Maalämpöenergia.....	23
5.5 Vesivoima ja aaltoenergia.....	25
6 YHTEENVETO .....	27
LÄHDELUETTELO.....	29

## **1 JOHDANTO**

Tämä kandidaatintyö on tehty Lappeenrannan teknillisen yliopiston LUT Energian osastolle energiatekniikan pääaineeseen. Työ on tekniikan kandidaatin tutkintoon vaadittava opinnäytetyö.

Euroopan ja koko maailman energiantuotanto on perinteisesti toteutettu fossiilisilla polttoaineilla. Uuden vuosituhannen suurimpiin haasteisiin maailmassa lukeutuu hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja tätä kautta kasvihuoneilmiön ehkäisy. Kestävän kehityksen kannalta tämä on välttämätöntä. Tätä haastetta vastaan käy eturintamassa Euroopan Unioni energia- ja ilmastopolitiikallaan. Sen keskeisimmät osa-alueet kestävän kehityksen edesauttamiseksi ovat päästöjen vähentäminen, energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvien energiamuotojen osuuden lisäys energiantuotannossa. Uusiutuvien energialähteiden käyttöosuuden lisäys kokonaisenergiankulutuksesta ja siirtyminen kauemmas raakaöljyn ja hiilen käytöstä on iso askel niin maailmantaloudelle kuin eurooppalaisen teollisuuden rakenteelle.

Tässä työssä tarkastellaan uusiutuvia energialähteitä EU:n alueella, niiden käyttöä, potentiaalia ja tavoitteita tulevaisuudessa. Aluksi käydään läpi lähtökohdat, joista 2000-luvun haasteisiin EU:ssa käytiin käsiksi. Seuraavaksi esitellään nykyistä tilannetta EU:n alueella ja sille luodun ilmasto- ja energiapaketin tavoitteita ja suunnitelmia vuodelle 2020 uusiutuvien osalta. Tämän lisäksi käydään läpi toteutuskeinoja tavoitteiden saavuttamiseksi eri energiasektoreilla niin sähkön, lämmityksen kuin liikenteenkin osalta. Lopuksi pohditaan sopivimpia uusiutuvia energialähteitä maantieteellisten tekijöiden osalta eri puolilla EU:ta.

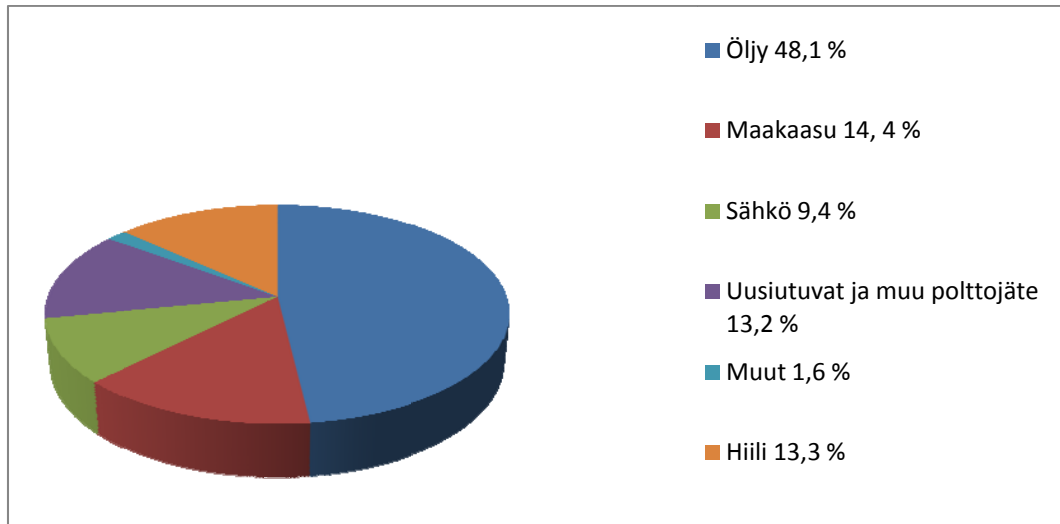
## **2 LÄHTÖKOHDAT 2000-LUVULLE**

Ennen kuin voidaan alkaa käymään läpi tulevaisuuden tavoitteita ja haasteita, on hyvä tietää minkälaisesta asetelmasta lähdetään liikkeelle. Noin 1850-luvulla alkaneessa teollisessa vallankumouksessa muodostui pohja nykyiselle energiantuotannolle, joka

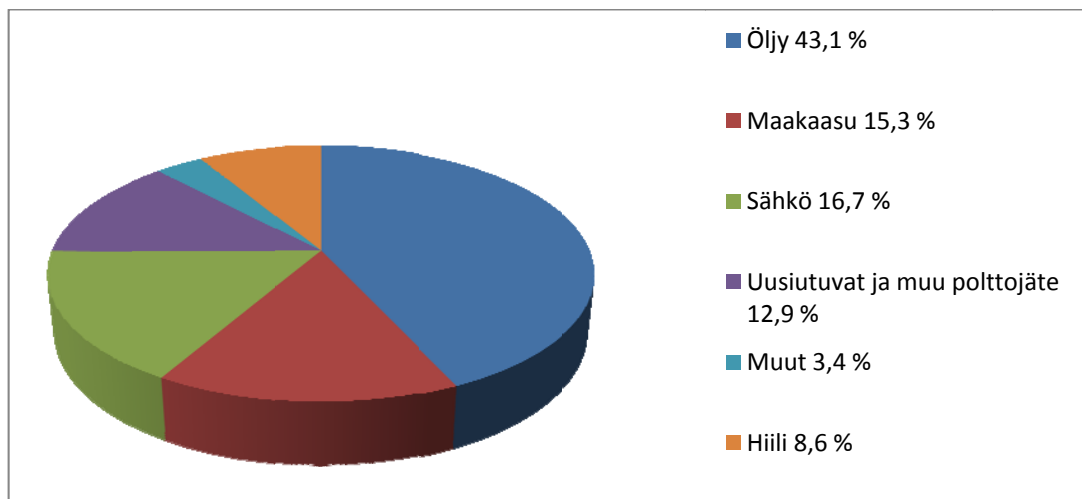
luotti fossiilisiin polttoaineisiin, pääasiassa hiileen ja öljyyn ja myöhemmin maakaasuun. Silloin ei osattu vielä arvata tulevaisuudessa seuraavia ongelmia. Maapallon keskilämpötila pysyi kutakuinkin vakaana 10 000 vuotta aina teolliseen vallankumoukseen saakka. Vuodesta 1850 eli yhtenäisten tarkkojen mittausten alusta lämpötila on noussut 0,76 astetta. Ellei asialle tehdä mitään, lämpötila todennäköisesti nousee tämän vuosisadan aikana vielä 1,8–4,0 tai jopa 6,4 astetta, arvioi Yhdistyneiden Kansakuntien kokoama kansainvälinen tutkijajaneeli.

Kohonneen keskilämpötilan seurauksena olisi suuri ilmastonmuutos, jonka jatkoseurauksena tapahtuisi äärimmäisiä sääilmiöitä, kuten merenpinnan kohoamista, johtuen meriveden lämpölaajenemisesta sekä napajäätiköiden sulamisesta. Tämä jättäisi suuria alavia alueita veden alle Euroopassakin. Vaikutukset ovat myös jo nyt selvästi nähtävissä erityisen lämpiminä vuosina, joista kaksitoista kolmestatoista osuu vuosien 1995 ja 2007 väliin.

Syy näihin ilmiöihin on siis tietysti fossiilisesta polttoaineesta energiantuotannossa vapautuvat lämpöä sitovat kasvihuonekaasut, pääasiallisesti hiilidioksidi. Energian tuotanto ja sen kulutus kohti 2000-lukua mentäessä on kiihtynyt entisestään ja sen lähivuosisikymmenien tilastot ovat karua luettavaa. Vuosien 1970 ja 2004 välillä kasvihuonekaasupäästöt lisääntyivät maailmassa 70 prosenttia. Energiantuotannossa lisäys oli 145 prosenttia, liikenteen päästöt kasvoivat 120 prosenttia ja teollisuuden 65 prosenttia. Ilmaston lämpenemistä aiheuttavista kasvihuonekaasupäästöistä noin 80 prosenttia on peräisin energian tuotannosta ja kulutuksesta, mukaan lukien liikenne. Ongelmaan toki ei ole herätty vasta 2000-luvulla, mutta aikaisemmin toimet puhtaamman energian puolesta ovat olleet riittämättömät räjähdysmäisesti kasvaneen energiankulutuksen vuoksi. IEA:n tilastoverailu osoittaa vuosien 1973-2006 välisen primäärienergian kulutuksen maailmalla tuplaantuneen, sen tuotannon rakenteen pysyessä kuitenkin jokseenkin samana (Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto 2008b s. 5-9).



**Kuva 1.** Maailman primäärienergian kokonaiskulutus vuonna 1973 (4672 Mtoe) (International Energy Agency. 2008)

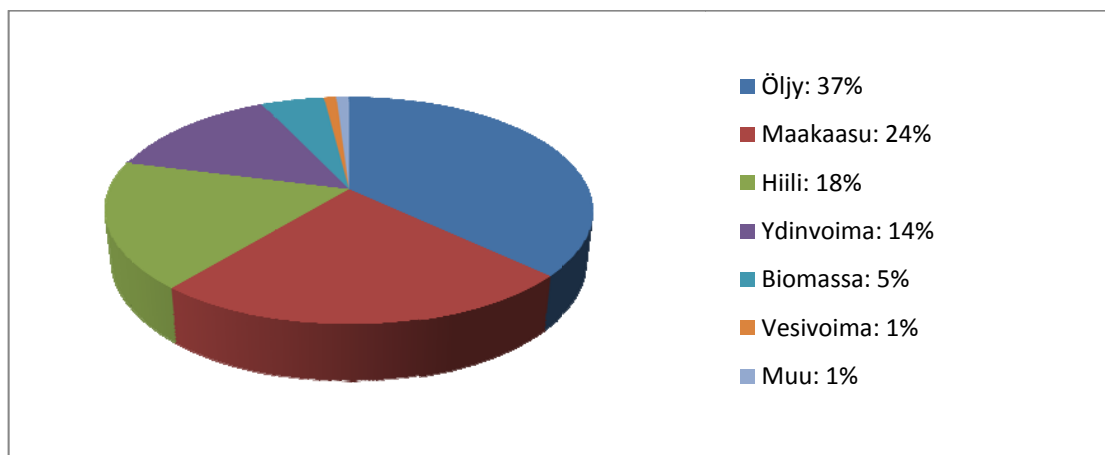


**Kuva 2.** Maailman primäärienergian kokonaiskulutus vuonna 2006 (8084 Mtoe) (International Energy Agency. 2008)

Kulutus on miltei tuplaantunut, 1973 4672 Mtoe ja 2006 8084 Mtoe. Huomattavaa tämän työn kannalta kuvaajissa on se, että uusiutuvista tuuli-, aurinko- ja geoterminen energia on jaoteltu osioon Muut, joka on varsin marginaalinen jääden vain muutamaan prosenttiin. Biopohjaiset polttoaineet eivät myöskään ole lisänneet osuuttaan, vaan fossiilipohjainen rakenne kulutuksessa on pysynyt miltei samana. Muun muassa näiden tilastojen pohjalta huomattiin tarve, ja lähdettiin rakentamaan EU:n yhtenäistä energia- ja ilmastopolitiikkaa.

## 2.1 Uusiutuvilla 2000-luvulle

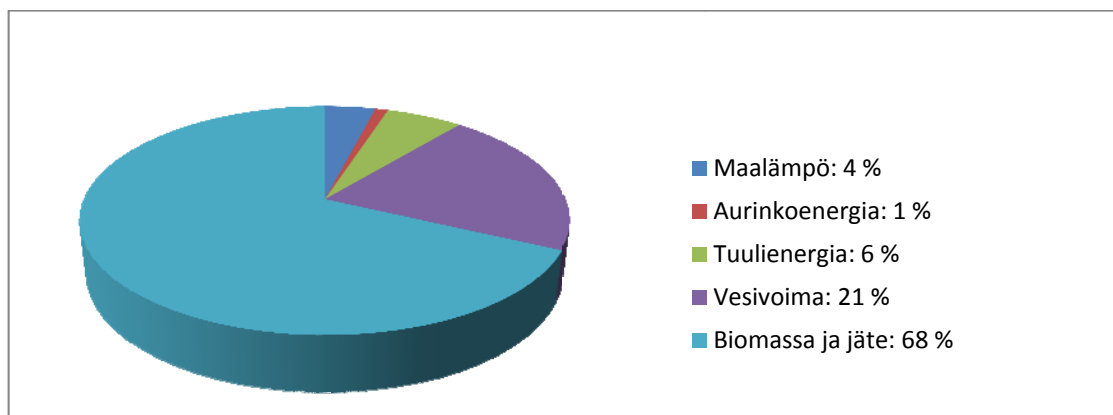
Ongelmaan lähdetiin tilanteesta, jossa EU:ssa käytettävästä energiasta noin 80 % on peräisin fossiilisista polttoaineista, öljystä, hiilestä ja maakaasusta. EU:n omat varannot näistä resursseista ovat jo nykyisellään hupenneet vähiin ja riippuvuus tuonnista kasvaa. Ongelma ei siis pelkästään ole ympäristöllinen, vaan sillä on vakavia vaikutuksia myös talouden sektorille. Uusiutuvan energian tuotannon lisääminen kasvattaa toimitusvarmuutta ja luo EU:n sisälle uutta teollisuutta ja teknologiaa sen ympärille.



**Kuva 3.** Energiankulutus primäärienergiälähteittäin EU:ssa vuonna 2006 (Eurostat[1] 2009 s.28)

Maailmanlaajuisesti katsottuna tilanne EU:n sisällä uusiutuvien energijärjestelmien osalta on jo varsin lupaava. 27 jäsenvaltion uusiutuvien energialähteiden osuus vuonna 2005 oli sähköntuotannosta 14 % ja kokonaislämmitystarpeesta 10 %. Sähkömäärässä tämä vastasi 464,4 TWh ja lämmityksessä 57,6 Mtoe. Kokonaisenergiankulutuksesta uusiutuvien osuus tällöin oli 8,5 %. Suurin osa tästä uusiutuvasta energiamäärästä oli biomassaa, seuraavana oli vesivoima ja tuulienergia. Kuitenkin, kun vuonna 1997 Euroopan unioni alkoi työskennellä tavoitteenaan uusiutuvien osuuden kaksinkertaistaminen 12 % kokonaiskulutuksesta vuoteen 2010 mennessä, nyt huomataan että tästä tavoitteesta tullaan jäämään. Tällä hetkellä näyttää että on epätodennäköistä saavuttaa edes 10 % raja vuoteen 2010 mennessä. Oleellisempaa onkin nyt keskittyä uusiutuvien osuuden lisäämiseen 20 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Tämän tavoitteen toteuttaminen toisi merkittäviä ympäristöllisiä edistyksiä. Tavoitteen

saavuttaminen vähentäisi huomattavasti kasvihuonekaasujen päästöjä, supistaisi fossiilisten polttoaineiden vuotuista käyttöä yli 250 Mtoe (miljoonaa ekvivalenttiöljytonnia) vuoteen 2020 mennessä – mistä arviolta 200 Mtoe olisi tuontienergiaa – sekä edistäisi uutta teknologiaa ja Euroopan elinkeinoelämää. Energian hinnoista riippuen nämä hyödyt saavutettaisiin keskimäärin 10–18 miljardin euron vuosittaisilla lisäkustannuksilla vuosina 2005–2020. Lainsäädäntö on aiemmin edistänyt raskaita investointeja perinteisiin energialähteisiin, erityisesti hiileen ja ydinenergiaan. Nyt on aika tehdä samoin uusiutuvien energialähteiden osalta (EY Komissio, KOM(2006) 848) s.3-6).



**Kuva 4.** Primäärienergian tuotanto uusiutuvista energialähteistä 2005. (Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto. 2008a. s.6)

### 3 EU:N TAVOITTEET VUOTEEN 2020 MENNESSÄ

Ilmastonmuutosta vastaan taistelu on siis tavoite, johon EU pyrkii energia- ja ilmastopolitiikallaan. Tähän EU käy käsiksi 20-20-20 vuoteen 2020 mennessä – suunnitelmallaan. Jäsenvaltiot ovat siis sitoutuneet 20 % tavoitteeseen

- päästöjen vähentämiseksi (vuoden 1990 arvoista)
- energiatehokkuuden parantamiseksi
- uusiutuvien osuuden lisäämisestä energiantuotannon kokonaiskulutuksesta.

Uusiutuvien osalta jäsenvaltioiden kansallisten toimintasuunnitelmien päämäärät koskettavat sähköä, liikenteen biopolttoaineita ja lämmitystä & jäähdytystä. Käytännössä tämä tarkoittaisi uusiutuvan energian määrän kolminkertaistamista nykyiseen verrattuna (Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto. 2008a s. 5-9).

### **3.1 Sähkön tuotanto**

Sähkön osuus uusiutuvalla tuotetusta energiasta oli vuonna 2005 14 % ja sen osuutta on pyritty nostamaan vuoteen 2010 mennessä noin viidennekseen kokonaistuotannosta. Yksinomaan sähköä uusiutuvista tuotetaan vesi- ja tuulivoimalla. Erityisesti tuulisähkön tuotannossa on saavutettu suurta edistystä ja 40 GW:n lisäystavoite saavutettiin viisi vuotta etuajassa jo vuonna 2005. Biomassasähkö taasen on kasvattanut osuuttaan hitaammin, vuonna 2005 sen vuotuinen kasvu oli 23 %, vastaten 70 TWh sähkömäärää samana vuonna (EY Komissio, KOM(2006) 848 s.6).

### **3.2 Lämmitys & jäähdytys**

Lämmityksen ja jäähdytyksen osuus on noin 50 prosenttia EU:n loppuenergiankulutuksesta. Lämmitys ja jäähdytys tarjoavat monessa suhteessa kustannustehokkaita mahdollisuuksia uusiutuvan energian, varsinkin biomassan, aurinkoenergian ja geotermisen energian käyttöön. Tällä hetkellä alle 10 prosenttia lämmitykseen ja jäähdytykseen käytettävästä energiasta tulee uusiutuvista lähteistä, joten nämä mahdollisuudet ovat vielä suurelta osin käyttämättä. Tälle sektorille ei ole EU:ssa vielä asetettu erityistä lainsäädäntöä, mutta tärkeimmät kehitysalueet ovat biomassan käytön lisääminen, niin kotitalouksissa kuin sähkön ja lämmön yhteistuotannossa. Pääasiallisesti tämä biomassa käsittää metsäteollisuuden prosessien sivutuotteet, metsähakkeen, energiapuun, biojätteen ja puupelletit. Lämpöpumpuilla ja sovellutuksilla niin geotermisessä kuin aurinkovoimaisessa lämmöntuotannossa on saavutettu jo nyt hyviä tuloksia. Ne tulevat näyttämään myös merkittävää roolia



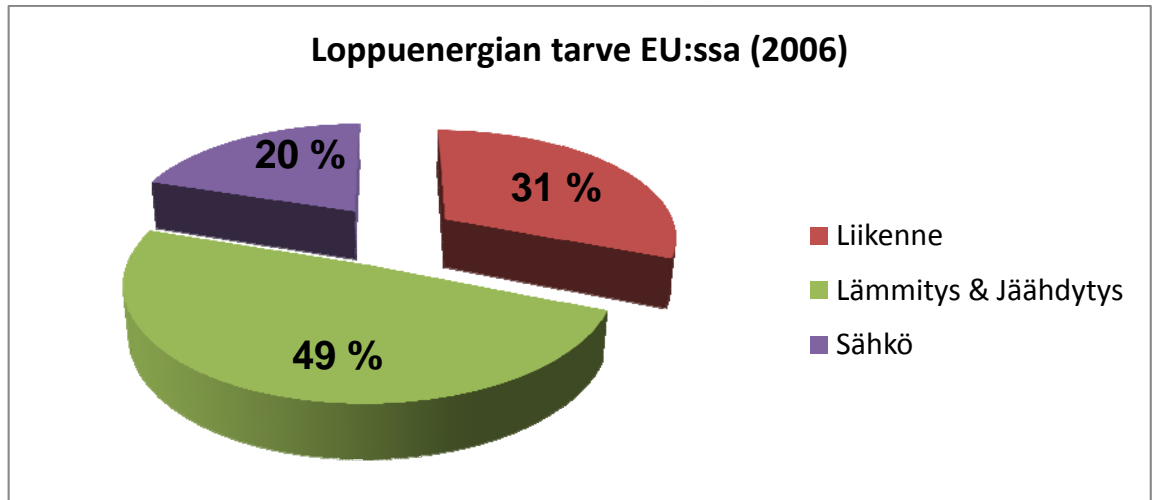
rakennusten lämmityksessä niin kaukolämmön kuin paikallisen lämmityksen osalta (EY Komissio, KOM(2006) 848 s.8).

### **3.3 Liikenteen biopolttoaineet**

Vuonna 2003 hyväksyttiin biopolttoainedirektiivi, jonka tavoitteena on edistää biopolttoaineiden tuotantoa ja kulutusta EU:ssa. Liikenteen biopolttoaineiden osalta vaatimuksissa on nykyisen käytön kymmenkertaistaminen 1,1 %:sta 10 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Biopolttoaineiden osalta tilanne on jo nykyisellään varsin ongelmallinen, sillä vuodelle 2010 asetetusta tavoitteesta 5,75 % jäädään jo roimasti jälkeen (EY Komissio, KOM(2006) 848 s.7).

### **3.4 Ongelmat tavoitteiden toteuttamisessa**

Suurimmat ongelmat toimivan ilmastostrategian ja uusiutuvien energioiden käytön lisäämisessä ovat poliittisia, joiden ratkaisemiseksi on tehtävä töitä. Edistystä on toistaiseksi tapahtunut lähinnä vain sähköntuotannon osalta, joka sai oman direktiivinsä vuonna 2001 uusiutuvien osalta, siinä päästäänkin miltei tavoitteisiin vuonna 2010. Tämä on ollut investointitukien ja muiden tukijärjestelmien ansiosta mahdollista. Sähkön tarve EU:ssa on loppuenergiasta noin 20 %. Liikennesektori sai myös oman direktiivinsä biopolttoaineista vuonna 2003, mutta siinä tullaan jo jäämään tavoitteista. Liikenteen tarve energiasta on kohtuullisen suuri, noin 30 % ja tästä voitaisiin tulevaisuudessa saada siirretyksi osa sähkön puolelle, mikäli sähköautot yleistyvät. Suurin kompastuskivi on ollut lämmityksen & jäähdytyksen sektorilla, jolle ei toistaiseksi ole vielä yhtenäistä poliittista suunnitelmaa, vaikka se kattaakin noin puolet koko energiankulutuksesta EU:ssa. Sen osuuden kasvu on ollut vähäistä verrattuna sähkön ja liikenteen osuuteen, toistaiseksi. Kuvassa 5 nähdään tarkempi jako energian tarpeen mukaan näiden kolmen pääsektorin kesken.



**Kuva 5.** EU:n loppuenergian tarpeen prosentuaalinen jakautuminen

Olemassaolevien poliittisten julistuksien toimeenpanolla niin, että ne aiheuttavat näkyviä taloudellisia toimia, on suuri merkitys. Erityisesti EU:n yleistä politiikkaa tärkeämpää on, että kaikki jäsenvaltiot luovat omat kansalliset vakaat sääntelykehykset toiminnan edistämiseksi. Tarvitaan lisää kunnianhimoista politiikkaa ja toimintaa kaikissa jäsenvaltioissa, joka loisi siten enemmän investointivarmuutta. Toistaiseksi vain harvat jäsenvaltiot ovat onnistuneet toteuttamaan tämän, minkä tuloksena kehitys on ollut epätasaista ja siksi riittämätöntä. Pääsy tähän on taloudellinen aspekti. Lyhyellä aikavälillä uusiutuvat eivät ole edullisimpia, koska nykyisellään fossiilisilla polttoaineilla on taloudellisesti perusteeton hintaetu.

Ongelmat eivät kuitenkaan ole pelkästään taloudellisia. Koska tekniset ratkaisut uusiutuviissa energiajärjestelmissä ovat useimmiten luonteeltaan monimutkaisia, uudentyyppisiä ja hajautettuja, aiheuttaa se paljon hallinnollisia ongelmia. Hallinnolliset ongelmat selittyvät pääasiassa seuraavina tekijöinä

- Epäselvät lupamenettelyt järjestelmien toteutuksessa
- standardien ja sertifiointien erot
- yhteensopimattomat testausjärjestelmät
- hankalat säännöt sähköverkkoon pääsystä
- yleinen tiedonpuute.

Nämä ovat syynä siihen, että kasvu on ollut riittämätöntä uusiutuvan energian osalta EU:n alueella. Näiden ongelmien korjaamiseksi luotiin vuoden 2008 alussa direktiivi uusiutuvan energian käytön edistämiseksi. Siinä tartutaan ongelmaan lähtökohdasta, jossa hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ei ole riittävällä tasolla ja riippuvuus tuontiöljystä ja –kaasusta on saatava kuriin (EY Komissio, KOM(2006) 848 s. 9).

## **4 EU:N TOIMINTASUUNNITELMAN TOTEUTTAMISEKSI SUORITETTAVAT PARANNUSTOIMENPITEET**

Lähtökohdat, kuten jo aiemmin mainittu, ovat poliittisia ja taloudellisia esteitä. Ensialkuun on keskityttävä vaikeiden lupamenetelmien poistamiseen ja vaatimukseen, että jokaisen jäsenvaltion on toimitettava EU:lle oma kansallinen toimintasuunnitelmansa maaliskuun 2010 loppuun mennessä. Toimintasuunnitelmassa määritellään jäsenvaltion tavoitteet uusiutuvan energian osuudelle liikenteessä, sähköntuotannossa sekä lämmityksessä ja jäähdytyksessä vuonna 2020 ja kuvataan tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat toimenpiteet, kuten kansalliset suunnitelmat biomassavarojen hyödyntämiseksi (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008 s.61).

### **4.1 Periaatteet ja toimenpiteet**

Toimintasuunnitelmien tulee perustua pitkän aikavälin pakollisiin tavoitteisiin, kuitenkin joustavasti eri sektoreille määritettyinä niin, ettei turhia esteitä uusiutuvien käytöllä enää olisi. Aiempi hajanaisempi politiikka tulee korvata kattavammalla sisällöllä, johon erityisesti lämmitys ja jäähdytys on sisällytettävä. Tärkeää on myös huomioida erilaiset kansalliset olosuhteet. Jäsenvaltioiden on saatava itse määrittää käyttämänsä uusiutuvat energialähteet, jotka heille parhaiten soveltuvat. Käytännössä tämä tarkoittaa erillisiä tavoitteita sähköntuotannon, biopolttoaineiden ja lämmityksen & jäähdytyksen osalta. Periaatteessa on kyettävä luomaan maansisäiset energiamarkkinat, joissa uusiutuvat energialähteet saisivat sellaisen aseman, että ne

olisivat kustannustehokkaita unohtamatta ympäristökysymyksiä ja sosiaalisia näkökohtia.

Toimenpiteet, joilla uusiutuvan energian käyttöä voidaan lisätä, on pakko pohjata poliittisiin pakotteisiin, joilla sitten saadaan asiat tapahtumaan käytännössä. Seuraavassa luettelussa on poliittisia keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Sen jälkeen esitellään näihin linjauksiin pohjautuvat tärkeimmät toimenpiteet kolmella pääsektorilla.

- Poistetaan tarpeettomat esteet, jotka haittaavat uusiutuvien energialähteiden integrointia osaksi EU:n energiajärjestelmää; sähköverkkoihin liittämisen ehtojen yksinkertaistaminen ja rakennusmääräysten muokkaaminen.
- Lämmitystä ja jäähdytystä hidastavat hallinnolliset esteet: puutteellinen tiedotus markkinoilla ja riittämättömät jakelukanavat.
- Kehitetään biopolttoaineiden tuotannon kannustin- tai tukijärjestelmiä niin, että ne ehkäisevät biodiversiteetin tuhoutumista ja kannustavat toisen sukupolven tuotantoprosessien käyttöönottoa.
- Biopolttoaineiden kysynnän kasvaessa lisätään kauppaneuvotteluita etanolin tuottajamaiden kanssa.
- Käytetään hyväksi EU:n rahoitusvälineiden tarjoamia mahdollisuuksia.
- Lisätään yhteistyötä ja tiedonvaihtoa jäsenmaiden välillä, jo olemassaolevien ja uusien foorumien kautta, jotta voidaan saavuttaa parhaat mahdolliset toimintatavat.
- Uusiutuva energia asetetaan etusijalle hyödynnettäessä EU:n tutkimus- ja kehittämisohjelmien mahdollisuuksia vähähiilisten energiateknologioiden tukemiseen.
- Sähkön tuotannon kehittäminen eriyttämällä toimintoja ja lisäämällä yhteenliittämiskapasiteettia.

- Parempi liitettävyys tulevaan koko Euroopan laajuiseen Supergrid-sähköverkkoon. Superverkko mahdollistaisi uusiutuvan sähkön tuottamisen keskitetysti siellä, missä se on edullisinta, ja käyttämisen vastaavasti siellä, missä tarve on suurin.
- Uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön syöttötariffijärjestelmät.
- Asetetaan kasvihuonekaasupäästöille kovemmat hinnat päästökaupassa ja verotuksella.

(Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008 s. 30) (EY Komissio, KOM(2006) 848 s.9)

## **4.2 Sähköntuotannon tukijärjestelmät**

### **4.2.1 Syöttötariffijärjestelmät**

Syöttötariffeilla taataan vihreälle, ts. uusiutuvalla sähköenergialle takuuhinta. EU:ssa tällä hetkellä 19 jäsenvaltiolla 27:stä on tällainen käytössään. Järjestelmissä on lähtökohdana se että uudet tekniikat energiantuotannossa hyötyvät niistä eniten, kun taas kypsät tekniikat saavat vähiten tukea. Kerättävä maksu saadaan sähkökuluttajilta perityllä lisähinnalla käytetystä sähköstä ja se on porrastettu kunkin käyttäjätyypin mukaan. Syöttötariffijärjestelmiä voi olla erilaisia, niiden toteutustapa vaihtelee maittain. Kustannustehokas ja markkinaehtoinen tariffijärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetaan niin, että se johtaa uusiutuvan sähköntuotannon riittävän nopeaan lisäykseen. Pääasiassa syöttötariffit voidaan jakaa kahteen lajiin, kiinteään syöttötariffiin ja hintapremiosyöttötariffiin.

Kiinteässä syöttötariffissa (fixed feed-in) uusiutuvan sähkön tuottajat saavat hallinnollisesti päätetyn kokonaishinnan tuottamalleen sähkölle. Kantaverkkoyhtiö, joka on velvoitettu ostamaan tämä sähkö, myy sen sitten alempaan markkinahintaan ja kattaa tappiot käyttäjiltä perittävällä lisähinnalla, verkkotariffilla. Sähköntuottajalla ei ole tässä mahdollisuutta päättää itse sähkön myyntihinnasta tai määrästä. Tämä järjestelmä on käytössä valtaosassa EU:ta ja esimerkkinä voidaan pitää Saksaa.

Hintapreemiosyöttötariffissa (premium feed-in) sähkötuottajalle maksetaan hintapremio sähkön markkinahinnan päälle. Tässäkin järjestelmässä kantaverkkoyhtiö perii verkkotariffit, mutta nyt se maksaa sähkötuottajalle siitä premiokorvauksen. Järjestelmässä sähkötuottaja siis myy sähkönsä itse sähkömarkkinoilla, jolloin se sisältää myös siihen kuuluvat hintariskit. Hintapremio voidaan toteuttaa kiinteänä tai siten, että se kattaa markkinahinnan vaihtelut takuuhintaan nähden ja kattaa tuotantokustannukset & kohtuullisen tuoton sähkön tuottajalle.

Syöttötariffin keskeinen piirre on, että tuki asetetaan vastaamaan kunkin tuotantoteknologian tuen tarvetta. Markkinat määräävät siten tällä tukitasolla syntyvän uuden uusiutuvan sähköntuotannon määrän. Järjestelmän keskeinen haaste on tukitasojen asettaminen siten, että uusiutuvan sähköntuotannon investoinnit syntyvät kustannusten mukaisessa järjestyksessä ja että uusiutuvaa sähköntuotantoa saadaan tarvittava määrä. Tariffitasot voidaan määrittää myös kilpailutuksen perusteella, jolloin tukitaso määräytyy markkinaehtoisesti (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008 s.61).

#### **4.2.2 Vihreät sertifikaatit**

Vihreisiin sertifikaatteihin perustuvan järjestelmän idea on siinä, että järjestelmään kuuluvat vihreän sähkön tuottajat saavat erillisiä sertifikaatteja, joille luodaan kysyntää määräämällä hallinnollisesti sähkön ostajille ostovelvoite. Uusiutuva sähkö myydään sitten normaalisti sähkömarkkinoilla, mutta ostovelvoite määrää sertifikaatin hinnan, niin että tuottaja saa katetuksi sähköntuotannon kokonaiskustannukset. Uusiutuvan energian investoinnit syntyvät täten kustannusten mukaisessa järjestyksessä. Ideaalisessa tilanteessa järjestelmän toimiessa kunnolla, johtaa tämä tilanteeseen jossa sähkön markkinahinnan noustessa sertifikaatin hinta alenee ja päinvastoin.

Käytännössä tämä ei kuitenkaan ole osoittautunut toimivaksi. Ruotsissa esimerkiksi toiminta takkuilee sertifikaattimarkkinoiden pienuudesta johtuen. Tämän markkinavoimaongelman vuoksi järjestelmä olisikin otettava käyttöön useamman maan kesken. Markkinaehtoisuuden vuoksi järjestelmä on kuitenkin toimiessaan hyvin kansantaloudellisesti kustannustehokas ja uusiutuvan energian edistämisen kannalta

hyödyllinen. Järjestelmä takaa sen että jokainen uusiutuvan sähkön tuottaja saa saman tuen riippumatta tarpeesta. Luonnollisesti tällöin muodostuu ongelmaksi ylituki osalle tuotantomuodoista. Ylitukiongelman korjaaminen onnistuu säätelemällä myönnettävien sertifikaattien määrää (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008 s.63).

### **4.3 Lämmöntuotannon kehittäminen EU:ssa**

Lämmöntuotannon rakenteen kehittämisellä on ehkä suurin potentiaali uusiutuvien edistämiseksi EU:ssa ja varsinkin Suomen olosuhteissa. Loppuenergiasta noin puolet kuluu EU:ssa rakennusten lämmittämiseen tai jäähdytykseen. Toisaalta rakennusteknisillä ratkaisuilla voidaan saavuttaa paljon säästöä lämmitystarpeisiin, mutta on myös kattavasti korvattava ei-uusiutuvia lämmitysmuotoja kuten öljylämmitys, uusiutuvilla vaihtoehdoilla, biopolttoaineilla, aurinkoenergialla ja lämpöpumpuilla.

#### **4.3.1 Biopolttoaineet lämmityksessä**

Biopolttoaineiden käytön lisääminen merkittävästi koskee koko EU:n aluetta. Tarkasteltuna teollisuuden kannalta, bioperäisten polttoaineiden käytön lisäämismahdollisuudet ovat suuret. Metsäteollisuudessa voidaan hyödyntää sieltä saatavan biomassan käyttöä energian ja pääasiassa lämmöntuotannon osalta. Suomen osalta ongelmallista tässä on kuitenkin sen ennustaminen, kuinka metsäteollisuuden tehtaiden määrä ja edelleen niistä saatavat sivutuotteiden määrät kehittyvät tulevaisuudessa. Selvää kuitenkin on, ettei itse prosessien sivutuotteiden määrä ainakaan tule nousemaan, sillä ne hyödynnetään jo nykyisellään tehokkaasti. Oleellisempaa on keskittyä metsänhoidosta ja raaka-ainepuun hankinnasta saataviin polttoaineisiin. Metsänhoidossa on kehitettävä tekniikoita, joilla voidaan hyödyntää puuston vuosittaista kasvua tehokkaammin ja kehittää raaka-ainepuun keräyksessä syntyvien sivutuotteiden, kuten metsähakkeen, talteenottoa paremmaksi.

Ratkaisu ja vastuu, teollisuuden käyttämien biopolttoaineiden tai energialähteiden lisäksi, piilee myös kuluttajien käsissä. Ohjauskeinoina tämän edesauttamiseksi

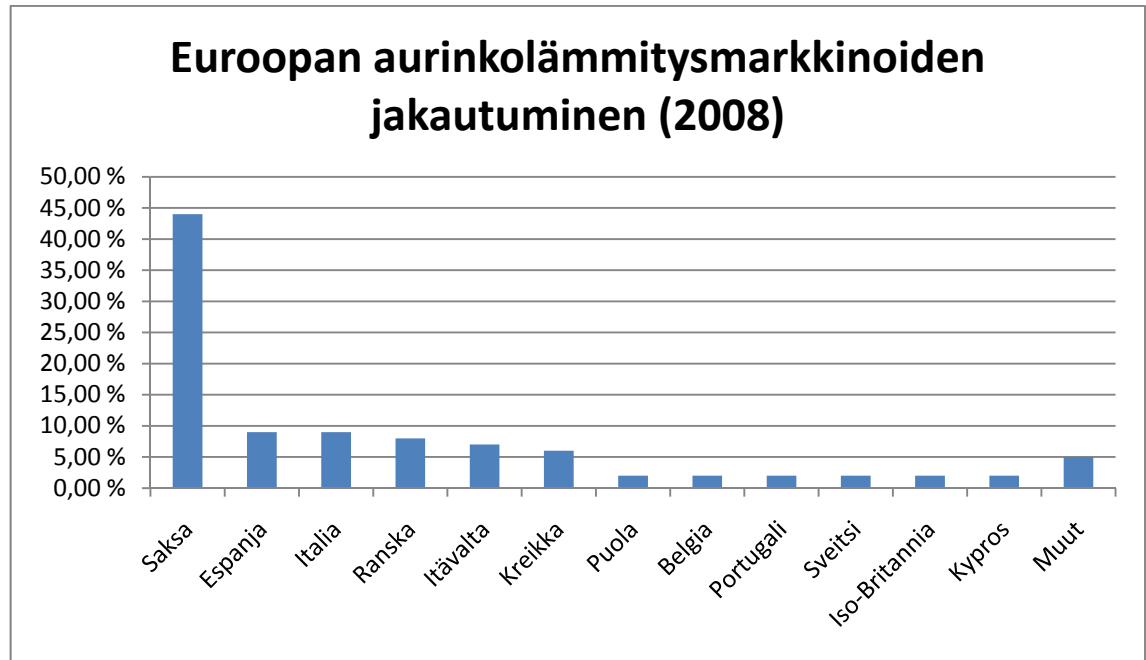
käytetään energia-avustuksia ja kotitalousvähennyksiä asuinrakennuksille. Nykyiselläänkin on jo helppo korvata useita entisiä öljylämmitysjärjestelmiä käyttämään nestemäisiä biopolttoaineita joko suoraan tai pienin muutoksin. EU:n alueella onkin linjattu: Muun kuin biopohjaisen öljyn talokohtaisesta poltosta pyritään pääosin eroon viimeistään 2020-luvulla. Lisäksi öljyn korvaaminen puun pienkäytöllä tai pelleteillä ovat EU:n strategiassa mukana kiinteistöjen lämmitysenergian hankinnan ohjaamisessa uusiutuvaan energiaan perustuvaksi. Suuremmat yksiköt, kuten rinnakkaispolttolaitokset tai massapolttolaitokset taas voivat hyödyntää kaatopaikoille nyt osittain hyödyntämättä jätettyä biohajoavaa kiinteää polttojätettä sekä talteenottaa biokaasua. Perimmäisenä tavoitteena on, ettei kaatopaikoille loppusijoitettaisia polttokelpoisia tai biohajoavia jätteitä enää vuoden 2020 jälkeen (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008 s.37).

#### **4.3.2 Lämpöenergiaa maasta ja ilmasta**

Ilmastolliset olot EU:n rajojen sisällä vaihtelevat aina Pohjoismaiden viileistä olosuhteista Välimeren maiden helteisiin. Tämä vaikuttaa erilaiseen lämmönsäätelyn tarpeeseen maittain, eikä yhtä ja samaa menetelmää voida soveltaa kaikkialla.

Jo nykyisellään voi nähdä lähimpänä päiväntasaajaa olevien EU-maiden kattojen olevan paikoittain pullollaan aurinkopaneeleja. Näillä paneeleilla ja muilla aurinkolämpötekniikoilla, saadaan EU:n alueella jo 10 miljoonaan kotiin lämmitys. Aurinkoenergia soveltuu mainiosti lämmitystarpeisiin paikallisesti käytettynä lähes kaikkialla Euroopassa, paitsi aivan pohjoisessa, joskin sen on ennustettu yleistyvän tekniikan kehittyessä myös Suomenkin korkeudella. Verrattaen vaikka Helsingin vuosittain saamaan auringon säteilyenergiaan [kWh/m<sup>2</sup>], saa maat kuten Espanja noin kaksi kertaa enemmän tätä säteilyä vuosittain. Lisäksi myös Keski-Euroopan mailla on potentiaalia käyttää aurinkoenergiaa ja juuri näin tekee esimerkiksi Saksa, jolla on määrällisesti eniten aurinkolämmitystä koko EU:sta. Suomella on Saksaan verrattuna vain n. 4 % aurinkolämmityskapasiteettia. Kasvupotentiaali on siltikin maassa vielä merkittävä (BH40A0100 luentokalvot, aurinkoenergia. 2008).





**Kuva 6.** Solar Thermal Markets in Europe (ESTIF)

Kuvasta 6 nähdään, kuinka epätasaisesti markkinat aurinkolämmön osalta ovat EU:ssa jakautuneet. 15 jäsenvaltiota 27:stä kattaa markkinoista vain 5 % osuuden, kun taas Saksalla yksistään on 44 %:n osuus markkinoista. ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation), EU:n läheinen yhteistyökumppani, on ehdottanut että uusille rakennuksille asetettaisiin osittainen aurinkolämmitys pakolliseksi. Tämä laki on jo voimassa Espanjassa ja Saksa otti sen myös politiikkaansa vuonna 2009. Tällaisen lain käyttöönottoaminen yleisesti EU:n alueella olisi riittävä toimenpide aurinkolämmityksen yleistämiseksi. (European Solar Thermal Industry Federation. 2009).

Eräs, osittain auringosta ja osittain maankuoren sisältä peräisin oleva energiaa hyödyntävä tekniikka, joka soveltuu varsinkin pohjoisiin olosuhteisiin, on lämpöpumput. Ruotsi on lämpöpumpuissa edelläkävijämaa ja varsinkin Suomessa lämpöpumppujen määrää tulisi rajusti lisätä. Ruotsin lämmöntuotanto vuonna 2005 lämpöpumpuilla oli 10 TWh kun Suomella vastaava luku oli vain 1,8 TWh. Suomen tavoite vuoteen 2020 mennessä on 5 TWh tuotettavaksi lämpöpumpuilla. Kansallisessa skenaariossa lämpöpumpuille onkin ennustettu Suomessa perusurassa nopeinta kasvua lämmitysmuotona. Euroopan muiden maiden olisi otettava toiminnassaan mallia jatkossa Ruotsista, jossa lämpöpumppujen käytön räjähdysmäinen kasvu 2000-luvulla on ollut ansiota tehokkaasta tiedottamisesta ja aktiivisesta politiikasta, tekniikan

tuomiseksi koko kansan tietoisuuteen ja käytettäväksi (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008 s.37).

#### **4.4 Biopolttoaineet liikenteeseen**

Jotta EU:n sisällä päästäisiin yleiseen tavoitteeseen, jossa vähintään 10 % liikenteessä käytetyistä polttoaineista on biopohjaisia, on biopolttoaineiden tuotantolaitosten määrää lisättävä, ottaen huomioon taloudelliset ja erityisesti ympäristölliset hyödyt & haitat. EU:n tulisi myös panostaa kuinka kestävällä pohjalla kehitysmaissa voitaisiin viljellä energiakasveja, joista biopolttoaineita saadaan. Resursseja on myös lisättävä toisen sukupolven biopolttoaineiden tutkimukseen, jotta voitaisiin löytää parhaat lajikkeet. Poliittisia esteitäkin esiintyy jäsenvaltioissa, joiden lainsäädäntö ei tue vielä EU:n yleistä politiikkaa, joten lakimuutokset ovat välttämättömiä jotta toimivat kansalliset suunnitelmat voidaan ottaa käyttöön. Nämä toimet edistävät biopolttoaineiden käyttöä, mutta tärkeämpää on ajoneuvoteknologiankin kehittäminen, joka pitkällä aikavälillä palvelee parhaiten perimmäistä tavoitetta, päästöjen vähentämistä. Hybridi- ja sähköautot alkavat olla jo nykypäivää, nyt teknisenä haasteena onkin aggressiivisen kehitystyön tekeminen, muunmuassa hybridiautojen sähkömoottorin rinnalla olevan polttomoottorin kehittämiseksi sopivammaksi biopohjaisille polttoaineille raakaöljypohjaisten asemasta. Kansallisissa suunnitelmissa on helpotettava uuden tekniikan käyttöönottoa jakamalla kansalaisille tarpeeksi informaatiota, muutettava ajoneuvoverotusta ja lisäämällä jakeluasemien määrää. Ajoneuvoverotuksen tulee pohjautua ajoneuvon hiilidioksidipäästöihin. EU:n tavoitteena vuoteen 2012 mennessä on pudottaa näitä päästöjä tasolle 130 g/km ja vuoteen 2020 mennessä 100g/km. Biopolttoaineiden saatavuuden takaamiseksi jäsenvaltioiden on tehtävä sopimuksia biopolttoaineiden tuottajamaiden kanssa. Lisäksi kotimaista tuotantoakin olisi luotava kestävän kehityksen ja biodiversiteetin säilymisen puitteissa. Biopolttoaineiden käyttötavoitetta koitetaan saada toteutettua jakeluvolvoitteella. Tärkeimmät biopolttoaineen muodot fossiilisten rinnalle ja korvaaviksi ovat tällä hetkellä bioetanoli ja biodiesel. Niiden tekniikka on vielä lastenkengissä ja ne saattavat osittain tuottaa jopa enemmän hiilidioksidipäästöjä kuin fossiilipohjaiset öljytuotteet, joko tuotantoprosessissaan tai epäsuotuisissa palamisolosuhteissa. Euroopassa yleisempää

on biodieselin käyttö. Ensimmäisen sukupolven biodieselin tulisi vähentää kasvihuonekaasuja 35-50 % ja toisen sukupolven biodieselin 90 %. EU:n ympäristötavoitteissa biopolttoaineiden osuus liikenteen polttoaineista oli vuonna 2005 2 % ja on 5,75 % vuonna 2010, 10 % 2020 ja 25 % 2030 (Direktiivi 2003/30/EY).

## **5 UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET EU:SSA JA NIIDEN KÄYTTÖPOTENTIAALI**

EU on niin maantieteellisesti, ilmastollisesti kuin biodiversiteetiltään varsin monimuotoinen. Uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen kansallisesti vaikuttaakin paljolti maantieteellinen sijainti. Siinä missä esimerkiksi Suomen energiatalous pohjaa vahvasti uusiutuvissa jo nykyisellään puustosta ja metsäteollisuudesta saatavaan biomassaan, vain hiukan alempana Tanskassa suuret tuulivoimalapuistot tuottavat reilun viidenneksen maan sähköstä. Jatkamalla matkaa edelleen etelämmäksi Iso-Britanniaan, joka on historiassa tunnettu nokisesta teollisuudestaan, suuntaa se nyt monipuolisilla valinnoilla kohti puhtaampia energialähteitä, panostamalla aaltoenergian valjastamiseen ja rakennuttamalla maailman suurimman sähköä tuottavan biomassatehtaan. EU:n eteläisimpien kolkkien maana aurinkoinen Espanja taasen kuuluu maailman johtavimpiin maihin uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisessä. Espanja on erityisesti keskittynyt niin tuuli- kuin aurinkoenergian hyödyntämiseen, kuuluen maailmassa toiseksi suurimmaksi tuottajaksi näiden osalta. Tämän jakauman perusteella ei voida kuitenkaan vetää rajaa pelkästään maantieteellisin perustein, vaan myös taloudellisilla panostuksilla on suuri, jopa merkityksellisempi rooli taistelussa puhtaammasta ilmastosta. Euroopan keskuksessa sijaitseva Saksa on panostanut uusiutuvan energian lakiinsa pohjaten suuria summia uusiutuviin energialähteisiin, kuten tuulivoimaan ja aurinkoenergiaan, joiden saralla se on EU:n suurin, ja maailmassa USA:n jälkeen toiseksi suurin tuottaja.

## 5.1 Bioenergia

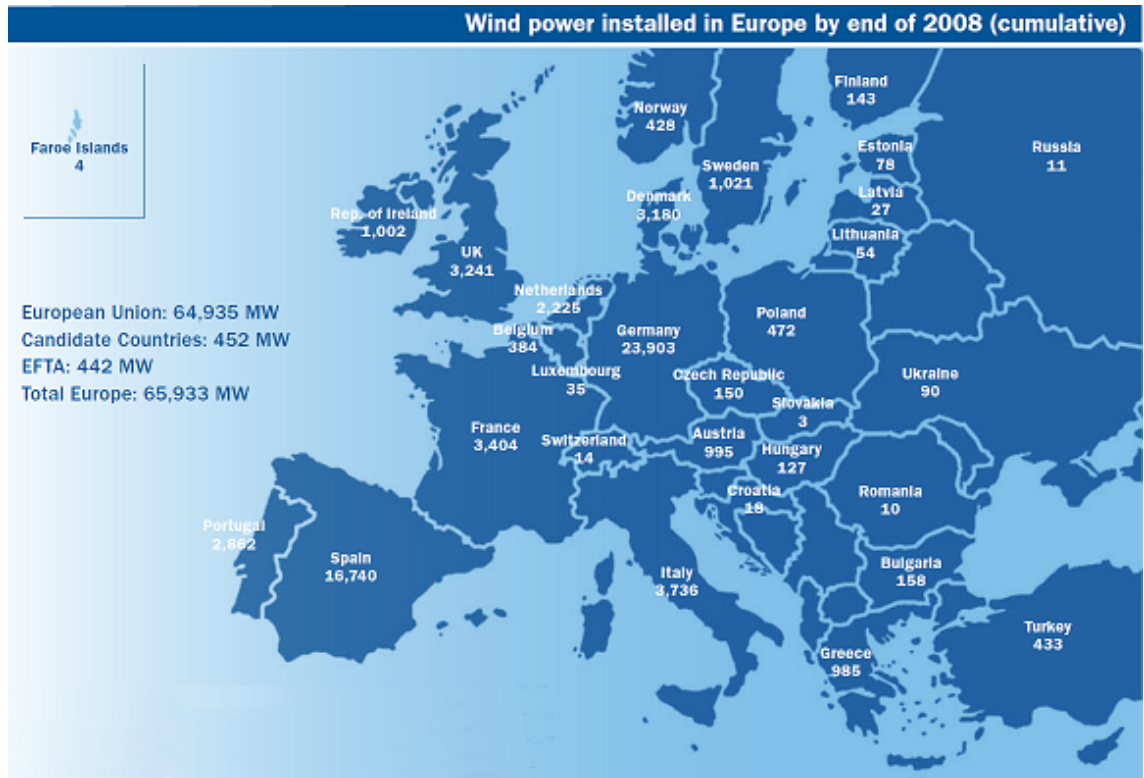
Bioenergiaa on tarjolla monessa muodossa ja se soveltuu eri muodoissaan myös energianlähteeksi kaikkien kolmen pääsektorin käyttötarkoituksiin niin sähkön tuotannossa, lämmön tuotannossa että liikenteessä polttoaineena. Bioenergiaksi luokitellut polttoaineet voidaan karkeasti jakaa viiteen ryhmään: maatalouspohjaisiin tähteisiin, metsänhakkuu tähteisiin, energiapuuhun, energiaviljelykasveihin ja biohajoaviin jätteisiin. EU:n tavoitteiden saavuttamisessa bioenergian käytössä on erityisesti lisättävä maatalouspohjaisen ja biohajoavan kaatopaikkajätteen ja –kaasun talteenottoa ja edelleen polttoa. Näiden laajamittaisen hyödyntämisen lisäksi on ratkaisevaa, miten ruuan tarve lisääntyy maailmassa, joka määrittää sen kuinka paljon maata jää vapaaksi energiakasvien viljelyyn. Metsistä ja metsäteollisuuden sivuprosesseista saatavan biomassan käyttö uusiutuvana energiamuotona sähkön & lämmön yhteistuotantoon on perinteikäs energiantuottotapa. Kombivoimalaitokset ovat juurikin Suomen erityisosaamista ja totaaliprimäärienergiasta se kattaa noin viidenneksen Suomessa. EU:n valtioilla, jotka ovat metsärikkaita ja joilla on paljon metsäteollisuutta, tulisikin hyödyntää uusiutuvien osuuttaan metsästä niin paljon kuin se on kestävältä kehitykseltä kannattavaa. Saatavilla on muunmuassa energiapuuta, metsähaketta tai metsäteollisuuden sivuprosessituotteita, joko sahanpuruista puristettuja pellettejä tai suoraan laitoksella polttoon meneviä jäteliemiä.

Biopolttoaineilla tuotettua sähköä ja lämpöä tärkeämpää EU:n energiapolitiikassa on biopolttoaineiden osuus liikenteessä. Maailmalla käytetyin biopolttoaine on bioetanol, mutta EU:ssa biodiesel. Vuonna 2008 perinteisen biodieselin ja laadukkaamman uusiutuvan dieselin tuotantokapasiteetti Euroopassa oli yhteensä noin 16 miljoonaa tonnia. Kulutuksen odotetaan kasvavan Euroopassa 13 miljoonaan tonniin vuoteen 2010 mennessä. EU:n vuoden 2020 tavoite, jossa 10 % liikennepolttoaineista tulisi olla biopolttoaineita, vastaa noin 30 miljoonaa tonnia. EU:n omalla tuotannolla tästä kaavillaan katettavaksi kaksi kolmaosaa. Biodieselin tuotantoa on lisättävä muuallakin EU:n sisällä kuin myös tehtävä toimitussopimuksia sen suuriin tuottajamaihin. Raaka-aineena biodieselin valmistuksessa käytetään energiakasveja, nykyisin pääasiassa

öljypalmusta saatavaa palmuöljyä, jota tuodaan Indonesiasta ja Malesiasta. Vaihtoehtona sille on valmistaa biodieseliä esimerkiksi puusta tai monista muista energiakasveista, joita voidaan kerätä ja kasvattaa EU:n sisällä omavaraisesti. Tästä aiheutuu se, että biodieseleitä on laadullisesti erilaisia: osaa voidaan käyttää vain sellaisenaan tai osaa vain lisäämällä tietty prosenttiosuus tavalliseen dieseliin. Tämän lisäksi nykyisen autokannan kaikki dieselmoottorit eivät kestä kaikkia biodieselin muotoja. Resursseja ja kapasiteettia tuottaa biodieseliä Euroopassa kyllä riittää, haasteena onkin biodieselin sovittaminen nykyiseen autokantaan, sekä laadun kehittäminen yhtenäisemmäksi koko EU:n alueelle soveltuvaksi (Neste Oil vuosikertomus. 2008 s.24) (EY Komissio, KOM(2006) 34 s.4).

## **5.2 Tuulivoima**

Tuulivoiman käyttöönotto on kasvanut rajusti koko maailmassa, vuoden 1990 tasoon verrattuna vuonna 2008 tuulivoimaa oli maailmassa yli 50 kertaa enemmän. EU on ylivoimaisesti edelläkävijä tuulivoiman käytössä maailmanlaajuisesti noin 65 GW:n asennetulla kapasiteetillaan. Maailman 10:stä johtavasta tuulivoimamaasta 7 onkin eurooppalaisia. EU:n johtavat tuulivoimamaat ovat Saksa, Espanja ja Italia, joista Saksa on myös maailman suurin, miltei 24 GW:n osuudellaan. Vertailun vuoksi Suomen vastaava luku oli vain noin 143 MW.



**Kuva 7.** Asennettu tuulivoimateho Euroopassa vuoden 2008 lopussa. (ewe.org)

Tuulivoimaan EU:ssa on panostettu jo pitkään. Useissa EU-maissa on käytössä tehokkaat ohjaus- ja tukijärjestelmät tuulivoiman edistämiseksi. Suomi on vielä yksi harvoista maista, joka ei ole ottanut käyttöön syöttötariffeihin tai vihreisiin sertifikaatteihin perustuvia järjestelmiä. Tyypillisesti tuulivoima kuitenkin saa investointitukea valtiolta EU:ssa noin 30-35 %. Jokatapauksessa, tulevaisuuden haasteet suurelta osin piilevätkin muun muassa tehokkaampien yksiköiden kehittämisessä ja hyväksyttävien sijoituspaikkojen rajallisuudessa. Nykyisin valtaosan, eli on-shore tuulivoimaloiden, yksikköjen keskiteho EU:ssa vaihtelee välillä 1-2 MW. Vuodelle 2020 ja eteenpäin tuulivoimaloiden ja erityisesti suurten tuulivoimapuistojen rakentamisessa suuntauksena on niiden sijoittaminen pois sisämaasta matalille lähirannikoille ja merille. Merellä tuuli on luonnollisesti voimakkaampaa kuin sisämaassa, joten siitä saadaan enemmän energiaa ja se mahdollistaa myös suuritehoisten yksiköiden tehokkaan käytön. Tällöin on mahdollista rakentaa useiden satojen megawattien tuulivoimalapuistoja. Kustannukset merelle rakentamisessa ovat tosin noin 50 % kalliimmat kuin maalle rakennettaessa, johtuen vaikeista olosuhteista ja kalliimmista perustustöistä. Tanskalla on maailman suurimpia merellä sijaitsevia

tuulivoimapuistoja, joista Horns Rev 2, teholtaan noin 200 MW. Se otetaan lopullisesti käyttöön vuoden 2010 alussa.

Muita rajoitteita tuulivoiman käytölle EU:ssa ovat pitkät lupaprosessit ja laitetoimittajien toimituskapasiteetin rajallisuus. Laitteiden osien saatavuus kuitenkin kehittyä jatkuvasti tuulivoiman käyttöönoton lisääntyessä EU:ssa kuten koko maailmassa. Euroopan tuulienergiäsäätiön (EWEA) tavoitteena on että vuonna 2020 13-16 % EU:ssa tuotetusta sähköstä tuotettaisiin tuulivoimalla. Tämänhetkinen kapasiteetti kattaa noin 8 % (ewea.org Annual Report 2008 s.10) (BH40A0100 luentokalvot, tuulivoima. 2008).

### **5.3 Aurinkoenergia**

Aurinkoenergia soveltuu parhaiten nykyisellä tekniikallaan lämmityssektorin tarpeisiin. Asuinrakennusten ja käyttöveden lämmitys aurinkopaneelien avulla on EU:n tavoitteissa kaikkien asuinrakennusten lämmitystarpeiden ainakin osittaiseen kattamiseen. Vuonna 2008 yhteenlaskettu aurinkopaneelien pinta-ala kaikissa EU-27 maissa oli noin 28,5 miljoonaa m<sup>2</sup>. Tämä pinta-ala vastasi noin 20 000 MWth:n lämpötehoa. Kasvu on ollut EU:ssa huimaa, vuonna 2007 paneelipinta-alaa oli vasta noin 24 miljoonaa m<sup>2</sup> (~16 800 MWth). Liikevaihto aurinkoenergian saralla kasvoi EU:ssa vuonna 2008 jo 3 miljardiin euroon. Kuten tuulivoimassakin, on Saksa tämän tekniikan käyttöönottamisessa muita reilusti edellä ja sen osuus tästä lämpötehosta oli noin 8000 MWth ja lisäksi suurimmat alan eurooppalaiset yritykset ovat saksalaisia. Joka neljäs uusi rakennettava talo Saksassa sisältää nykyisin valmiin aurinkolämmitysjärjestelmän. Suomessa huonommin soveltuvan aurinkoenergian käyttö on koko Euroopan alhaisimpia, vain noin 18 MWth. Ala on luonut muutamassa vuodessa suuren määrän myös uusia työpaikkoja Eurooppaan, sillä lähes kaikki osat aurinkoenergiajärjestelmiin rakennetaan EU:n sisällä. EU:n intensiivisten uusiutuvan energian käyttöä suosivien ohjelmien ja lakien ansiosta alan odotetaan kasvavan entisestään vuoteen 2020 mennessä. On arvioitu, että nykyisellään aurinkoenergiateknologia työllistää EU:ssa noin 50 000 ihmistä ja vuonna 2020 se voisi työllistää jopa 450 000 ihmistä. (EurObserv'ER. 2009)

Suurin osa aurinkoenergiasta käytetään rakennusten ja niiden käyttöveden lämmitykseen, perinteisen mallisilla aurinkopaneeleilla, jotka voidaan sijoittaa suoraan asuinrakennusten kattopinnoille. EU:n eteläisimmissä maissa käyttövesisäiliöt tulisi myös sijoittaa katoille, lähelle paneeleita kun taas pohjoisimmissa maissa on viisainta sijoittaa säiliöt rakennusten sisätiloihin, lämpöhukkien välttämiseksi. Toki on käytössä muunkinlaisia järjestelmiä, kuten suuria kenttiä täynnä aurinkopaneeleja tai aurinkotorneja, joihin maassa olevilla peileillä kerätään keskitetysti auringonsäteily pienelle alalle. Tällaisista suuremman kokoluokan aurinkovoimaloista saadaan energiaa joko alueen käyttöveden lämmittämiseen tai sähköksi. Tällaiset tekniikat kuitenkin soveltuvat parhaiten ainoastaan eteläisimpään Eurooppaan, jossa vuotuinen säteilyteho on korkeampi.



**Kuva 8.** Aurinkotorni Sevilla, Espanja. (cnfolio.com)

Pohjoisimmilla mailla, kuten vaikkapa Suomella käyttösovellutukset rajoittunevat kotitalouksien tai kerros- ja rivitalojen osittaiseen aurinkoenergian hyödyntämiseen energiankulutuksessa. Pohjoisessa aurinkopaneelit soveltuvat erityisen hyvin kesämökkien lämmitys- ja sähkötarpeisiin, jonne suoran sähkön tuominen on usein hankalaa, esimerkiksi saariin (BH40A0100 luentokalvot, aurinkoenergia. 2008).

## 5.4 Maalämpöenergia

Maalämpöenergia, tarkoittaa osittain sama kuin geoterminen energia. Geoterminen energia on maaperään sitoutunutta energiaa joka on peräisin maankuoren sisältä kun



taas maalämpöenergiaksi luokitellaan auringon säteilystä maaperän pintakerrokseen sitoutunut energia. Käsitellään niitä nyt kuitenkin yhteisesti, sekoittamatta kuitenkaan käyttötarkoituksia.

Geotermisen energian hyödyntäminen EU:ssa on varsin vähäistä sähköntuotannossa, sillä potentiaalisia alueita ei ole kovin paljoa, eivätkä ne ole jakautuneet tasaisesti. EU-maista Italiassa ja Turkilla on suurimmat potentiaaliset alueet. Yhteensä EU:ssa sähköä tuotetaan geotermisellä energialla noin 820 MW, joista suurin osa sijaitsee Italiassa, yli 800 MW. Turkilla on kuitenkin arvioitu olevan potentiaalisia kenttiä hyödyntämättä noin 200 MW edestä sähköntuotantoon. Tärkein käyttökohde Turkin suurimmalta geotermisen energian alueelta on tällä hetkellä paikallislämmitys, josta se tuottaa lämmön 65 000 kodille. Pienempiä alueita EU:ssa löytyy myös Itävallasta, Kreikasta, Ranskasta, Saksasta ja Portugalista, joissa tuotanto pyörii noin 10 MW:n suuruusluokassa. Odotusarvona on, että sähköä saataisiin EU:ssa tuotettua geotermisellä energialla vuonna 2020 jopa 5000 MW. Tästä energiamäärästä saadaan suurin mahdollinen hyöty, kun siihen yhdistetään osaksi myös lämmöntuotanto, joka nostaa entisestään uusiutuvan energian osuutta (Bertani ja Ungemach. 2007).



**Kuva 9.** Geotermisen voimalaitos tuottaa myös paljon hukkalämpöä, josta paikalliset ja turistit voivat nauttia. Kuva on Islannista. (Saveecodestinations.com)

EU:ssa voidaan kuitenkin lisätä maalämmön käyttöä paikasta riippumatta. Maalämmön hyödyntäminen asuinkohteiden lämmitykseen on tekniikka, johon käytetään lämpöpumppuja, tarkemmin maalämpöpumppuja. Lämpöpumpuilla voidaan myös hyödyntää ilman tai vesistön lämpöä. Käyttötarkoitukseltaan ne soveltuvat sekä rakennusten lämmitykseen että jäähdytykseen prosessin suuntaa kääntämällä, joten ne ovat varsin toimiva ratkaisu koko EU:n alueelle. Lisäksi käyttöönotolle ei ole muuta rajoitetta kuin sähkövirran saanti laitteen toiminnan takaamiseksi. Lämpöpumput tarvitsevat sähköä toimiakseen, mutta tämä sähkömäärä on yleensä vain noin 20 – 25 % siitä energiamäärästä, joka sillä saadaan tuotettua. Öljypolttimeihin verrattuna siitä koituu noin 50 % säästö primäärienergiankulutukseen. Euroopan lämpöpumppuyhdistys (EHPA) on arvioinut että lämpöpumppujen laajamittaisella käyttöönotolla, noin 70 miljoonaa lämpöpumppua vuoteen 2020 mennessä, voitaisiin saavuttaa reilu 20 %:n osuus EU:n uusiutuvan energian tavoitteista sekä vähennys kasvihuonekaasupäästöistä. Suurin ongelma kuluttajille tekniikassa on edelleen hinta, mutta markkinat kasvavat alati, sekä energian hinnan nousun jatkuessa lämpöpumput kasvattavat suosiotaan. EU:n sisällä on lisäksi lisättävä tietoisuutta kuluttajien keskuudessa tekniikasta ja huomioitava lämpöpumput paremmin uusiutuvien energialähteiden tukisysteemeissä ja kansallisessa politiikassa. EU:n lämpöpumppukannasta yli puolet sijaitsee tällä hetkellä Ruotsissa ja Saksassa. Lisäksi Ranskalla on noin 20 % osuus ja Suomella 5 % osuus. Suomella on suuri potentiaali lisätä lämpöpumppujen käyttöä, kun verrataan vaikka Ruotsin noin 700 000 lämpöpumppua Suomen reiluun 200 000 lämpöpumppuun (EHPA. 2008 Action Plan s.10) .

## **5.5 Vesivoima ja aaltoenergia**

Vesivoiman käytön huomioiminen strategioissa tuottaa sähköä puhtaammin tulevaisuudessa on jo otettu suuren mittakaavan voimaloiden muodossa käyttöön. Tällä hetkellä vesivoima kattaa EU:n uusiutuvalla energialla tuotetusta sähköstä 70 % ja kokonaissähköstä 10 %. Sähköä EU:ssa syntyy vesivoimalla vuodessa noin 310 TWh, josta suurien vesivoimalaitosten, yli 20 MW, osuus on 90 %. Käyttämättömän vesivoiman lisäysmahdollisuudet EU:ssa on arvioitu olevan aina noin 500 TWh asti. Suuren kokoluokan vesivoimaloiden lisäpotentiaali EU:ssa perustuu pääasiassa enää

olemassaolevien voimaloiden laitteiston ja tätä kautta energiatehokkuuden parantamiseen, mahdolliset tehonlisäykset vaihtelevat voimalakohtaisesti noin 1-5 % välillä. Uusia voimaloita suunnitellaan, onkin kansallisissa toimintasuunnitelmissa oleellisempaa keskittyä pienvesivoiman lisäämiseen, jolle on olemassa todellista potentiaalia. Toistaiseksi valjastamatta jätetyt pienemmät joet ja potentiaaliset vesistöt on otettava tarkempaan tarkasteluun käyttöönoton mahdollistamiseksi. Esimerkiksi Suomessa tuotetaan sähköä vesivoimalla keskimäärin 13,2 TWh vuodessa, mutta mikäli suojellutkin rajajoet valjastettaisiin käyttöön, toisi se vuodessa noin 4,5 TWh lisän (34 %), sähköntuotantoon.

Aaltoenergian täysi hyödyntäminen on vielä kehitysvaiheessa oleva vesivoiman muoto, mutta siitä on olemassa monia erilaisia projekteja, jotka voivat tulevaisuudessa nousta varteenotettaviksi teknologioiksi uusiutuvan energian saralla. Olemassa on myös toimivia voimalaitoksia, kuten Ranskassa sijaitseva Rancen 240 MW:n vuorovesivoimalaitos. Kyseinen laitos koostuu 24 turbiinista jotka tuottavat 240 MW huipputeholla sähköä kaksisuuntaisilla turbiineillaan nousu- ja laskuvesien avulla. Potentiaalisin alue aaltoenergian hyödyntämiseen sijaitsee Skotlannin ja Portugalin välisellä osuudella Atlanttia ja rannikkoa. Tulevaisuuden sähköntuottokykyä on vaikea ennustaa, mutta mahdollisuuksia olisi ylittää vuosien 2020-2030 välillä jo tehoon 10-15 GW:n välille, jolla voitaisiin kattaa noin 1 % EU:n vuosittaisesta sähkönkulutuksesta (SETIS. 2009).



**Kuva 10.** La Rance'n vuorovesivoimalaitos Ranskassa (EDF Médiathèque).

## 6 YHTEENVETO

EU:n tavoitteena uusiutuvien energialähteiden, kuin koko ilmasto- ja energiapolitiikkansa osalta on lähtökohtaisesti vastata kestävä kehityksen haasteisiin. Kasvihuonekaasupäästöjen pudottaminen, siirtyminen pois tuontiöljyriippuvuudesta ja muista fossiilisista polttoaineista ovat tämän politiikan tavoitteita. On arvioitu myös työpaikkojen lisääntyvän ja syntyvän taloudellisia säästöjä vihreän ja omavaraisen energiatuotannon myötä.

Haasteina tälle kehitykselle on kuitenkin vielä pääasiassa politiikan ja talouden aiheuttamat hidasteet. EU ei pysty asettamaan toteuttamiskelpoisia, yksityiskohtaisia tavoitteita jäsenmailleen, vaan vastuu jää niille itselleen vastata haasteisiin kansallisella tasolla, omilla kansallisilla toimintasuunnitelmillaan, joiden toteutusta EU pystyy lähinnä vain valvomaan. Tästä aiheutuu ongelmia, sillä eri jäsenmaiden hyvinkin erilaiset strategiat eivät palvele kaikkia maita tasapuolisesti niin poliittiselta kuin taloudelliseltakaan kannalta. Toiset hyötyvät helpommin toteutettavista toimintasuunnitelmista jonkun uusiutuvan teknologian käyttöönottamisessa, kun taas toiselle maalle ominaisen uusiutuvan energian käyttöönottoa hidastaa tarpeettomat lakikiemurat tai tekniikan kalleus.

Ratkaisevia osatekijöitä kolmen energiankulutuksen pääsektorin osalta voidaan nostaa esiin. Sähkön osalta se on koko EU:n kattavan supersähköverkon toteutuminen, jolloin sähköä saataisiin tuotettua uusiutuvasti, energiatehokkaasti ja ympäristöystävällisesti, toimittamalla sitä kattavasti aina sinne missä sitä tarvitaan. Liikenteeseen olisi lähitulevaisuudessa tuotava biopolttoaineet enemmän mukaan aggressiivisella politiikalla, jolloin fossiilisia polttoaineita käyttävä enemmistö autokannasta saataisiin pikkuhiljaa vähenemään ja poistumaan liikenteestä. Lämmityksen ja jäähdytyksen eteen voidaan tehdä usean eri energialähteen osalta paljon, Pohjoismaisesta näkökulmasta ja miksei koko EU:nkin kannalta, olisi esimerkiksi tärkeää levittää lämpöpumppujen markkinoita ja käyttöä uusiin rakennuksiin tai lisätä aurinkolämmityksen osuutta.

Tämän työn puitteissa kuitenkin tuli selväksi, että vaikkakin tavoitteet ovat kunnianhimoisia, ovat ne silti saavutettavissa. Valjastamatonta energiaa on tarjolla monessa muodossa, jolle on jo olemassa hyödyntämistekniikat, osalle ne ovat vain

helpompia ottaa käyttöön kuin toisille. Yhteistyötä maiden välillä tarvitaan, mikäli tavoitteisiin aiotaan yltää. Tavoitteet on esitetty tuleville vuosikymmenille varsin yksinkertaisin lausein ja lukuarvoin, mutta toteuttamistapoja niiden saavuttamiseksi on lukemattomia. Yhden ainoan, yleispätevän ja oikean energiantuotantorakenteen löytäminen lienee mahdotonta. Monia oikeita rakenteita on kuitenkin luotava eri maille, jotka kaikki toteuttavat osaltaan yhteistä 20 % tavoitetta. Uusiutuvan energian käytön lisääminen vaatii EU:n energiantuotannon rakenteiden uusimista, uusiutuvaa Eurooppaa.

## LÄHDELUETTELO

[verkkojulkaisu] EurObserv'ER, Solar Thermal Barometer, 2009. Saatavissa: <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro191.pdf> [viitattu 23.11.2009]

[verkkojulkaisu] European Geothermal Energy Council. Bertani ja Ungemach. Geothermal Electricity and Combined Heat & Power, 2007. Saatavissa: <http://www.egec.org/target/EGEC-Brochure%20Geothermal%20E&CHP.pdf> [viitattu 23.11.2009]

[verkkojulkaisu] European Heat Pump Association. European Heat Pump Action Plan, 2008. Saatavissa: [http://www.ehpa.org/uploads/media/EHPA\\_Action\\_Plan.pdf](http://www.ehpa.org/uploads/media/EHPA_Action_Plan.pdf) [viitattu 24.11.2009]

[verkkojulkaisu] Eurostat, Key figures on Europe, 2009. Saatavissa: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-EI-08-001/EN/KS-EI-08-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-EI-08-001/EN/KS-EI-08-001-EN.PDF) [viitattu 14.09.2009]

[verkkojulkaisu] Eurostat, Panorama of energy, 2009. Saatavissa: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-GH-09-001/EN/KS-GH-09-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-GH-09-001/EN/KS-GH-09-001-EN.PDF) [viitattu 13.09.2009]

[verkkojulkaisu] Euroopan Komissio, Strategic Energy Technology plan Information System (SETIS). Saatavissa:

<http://setis.ec.europa.eu/technology-map/technologies/hydropower>

<http://setis.ec.europa.eu/technology-map/technologies/ocean-wave-power> [viitattu 24.11.2009]

[verkkojulkaisu] European Solar Thermal Industry Federation. Solar Thermal Markets in Europe. 2009. Saatavissa: [http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/market\\_data/downloads/2008%20Solar\\_Thermal\\_Markets\\_in\\_Europe\\_2008.pdf](http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/market_data/downloads/2008%20Solar_Thermal_Markets_in_Europe_2008.pdf) [viitattu 19.11.2009]

[verkkojulkaisu] Euroopan Yhteisöjen Komissio, KOM(2007) 723 - Euroopan strateginen energiateknologiasuunnitelma. 2007. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0723:FIN:FI:PDF> [viitattu 13.10.2009]

[verkkojulkaisu] Euroopan Yhteisöjen Komissio, KOM(2006) 848 - Uusiutuvia energialähteitä koskeva etenemissuunnitelma Uusiutuvat energialähteet 2000-luvulla: kestävämmän tulevaisuuden rakentaminen, 2007. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0848:FIN:FI:PDF> [viitattu 20.09.2009]

[verkkojulkaisu] Euroopan Yhteisöjen Komissio. EU:n biopolttoainestrategia. 2006. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0034:FIN:FI:PDF> [viitattu 22.11.2009]

[verkkojulkaisu] Euroopan Parlamentti ja neuvosto. Direktiivi 2003/30/EY. 2003. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:FI:PDF> [viitattu 20.11.2009]

Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto, 2008a. Uusiutuvien energialähteiden käytöllä on merkitystä ISBN 978-92-79-06374-9

[verkkojulkaisu] Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto. Ilmastomuutosta vastaan - EU näyttää tietä, 2008b. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/75/fi.pdf> [viitattu 14.9.2009]

[verkkojulkaisu] International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2008. Saatavissa: [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key\\_stats\\_2008.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf) [viitattu 15.09.2009]

[verkkojulkaisu] Jaakko Larjola ja Pekka Punnonen BH40A0100 Uusiutuva Energia kevät 2008. Luentokalvosarjat: Vesivoima I & II, Tuulivoima ja Aurinko, Polttokennot, Vetytalous

[verkkojulkaisu] Neste oil. Vuosikertomus, 2008. Saatavissa: <http://www.nesteoil.fi/default.asp?path=35;52;88;100;592;11661;12039> [viitattu 21.11.2009]

[verkkojulkaisu] The European Wind Energy Association. Wind Map. 2008. Saatavissa: [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/statistics/2008\\_wind\\_map.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/statistics/2008_wind_map.pdf) [viitattu 22.11.2009]

[verkkojulkaisu] The European Wind Energy Association. Winning with European Wind. 2008. Saatavissa: [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/Annual\\_Report\\_2008.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/Annual_Report_2008.pdf) [viitattu 22.11.2009]

[verkkojulkaisu] Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, 2008. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf) [viitattu 10.9.2009]



[verkkajulkaisu] VTT, Bioenergy in Europe, 2006. Saatavissa:  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2006/T2352.pdf> [viitattu 21.11.2009]