

The logo for MIKTECH is centered within a dark blue square. The word "MIKTECH" is written in a white, sans-serif, all-caps font. A white, stylized wave graphic is positioned below the letters "E" and "C", extending to the right.

Laura Vuorinen

**Tuotantotuet biomassan ja kivihiilen
yhteispoltolla tuotetulle sähkölle**

Alankomaiden, Belgian, Puolan, Saksan, Tanskan ja
Yhdistyneen kuningaskunnan
tuotantotukien vertailu

Julkaisu 1 / 2013

30.8.2013

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	EU:N TAVOITTEET KASVIHUONEPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI	1
2.1	Päästökauppa	2
2.2	Uusiutuvan energian käyttötavoitteet	3
3	UUSIUTUVAN ENERGIAN TUKIJÄRJESTELMÄT VALITUISSA MAISSA.....	4
3.1	Alankomaat.....	4
3.2	Belgia.....	5
3.3	Puola	5
3.4	Saksa	6
3.5	Tanska	6
3.6	Yhdistynyt kuningaskunta.....	7
4	KIVIHIILEN KÄYTTÖ TARKASTELTAVISSA MAISSA.....	7
4.1	Alankomaat.....	8
4.2	Belgia.....	9
4.3	Puola	9
4.4	Saksa	9
4.5	Tanska	10
4.6	Yhdistynyt kuningaskunta.....	10
5	TUKIJÄRJESTELMIEN VERTAILU LASKENTAESIMERKIN AVULLA.....	11
5.1	Laskentaesimerkin perusteet ja valittu laitos.....	11
5.2	Tulokset, taulukko.....	13
5.3	Havainnot, haasteet, vertailu	14
6	YHTEENVETO	15
	KUVALUETTELO	17
	TAULUKKOLUETTELO.....	18
	LÄHDELUETTELO.....	19
	LIITE	
	1 Laskuihin käytetyt kaavat	

1 JOHDANTO

Uusiutuvien energialähteiden käyttöä pyritään lisäämään kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Niiden käytön lisääminen voi myös kasvattaa maiden energiaomavaraisuutta ja energiavarmuutta. Euroopan Unionin alueella uusiutuvien energialähteiden käyttöä pyritään lisäämään jokaiselle maalle asetetulla uusiutuvan energian tavoitteella, erilaisilla tuotanto- ja investointituilla, fossiilisten energialähteiden verotuksella ja päästökaupalla sekä fossiilisia polttoaineita käyttävien laitoksien päästörajoituksilla.

Uusiutuvilla energialähteillä voidaan tuottaa maan tarvitsemaa lisäenergiaa, tai sitä voidaan käyttää korvaamaan fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Kivihiilen osittainen korvaaminen biomassalla kivihiiltä käyttävissä voimalaitoksissa on yksi helpoimmista ja edullisimmista tavoista korvata uusiutumattomien polttoaineiden käyttöä. Biomassaa voidaan pieninä määrinä usein syöttää kattilaan suoraan kivihiilen seassa, jolloin sen käyttö ei vaadi ylimääräisiä laitteistoja. Suurempien määrien käyttäminen kivihiilen seassa voi vaatia laitteistomuutoksia ja ylimääräisiä investointeja voimalaitoksella.

Biomassa on usein energiasisällöltään kalliimpaa kuin kivihiili, eli sitä käyttäessä laitoksen polttoainekustannukset voivat nousta. Biomassaa on kuitenkin usein mahdollista saada lähempää kuin kivihiiltä, joten sen kuljetuskustannukset voivat olla pienemmät. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden päästöt aiheuttavat laitoksille lisämaksuja, joita biomassaa käyttävien laitosten ei tarvitse välttämättä maksaa. Biomassan käytölle on myös saatavilla erilaisia tukia. Monet maat tukevat sen käyttöä energiantuotannossa mm. tuotantotuilla tai investointituilla. Tukien avulla biomassan käytöstä voimalaitoksissa pyritään tekemään kannattavaa.

Raportissa on tutustuttu tarkemmin EU:n keinoihin lisätä uusiutuvien energioiden käyttöä ja vertailtu kuuden EU-maan tuotantotukijärjestelmiä biomassan käytölle kivihiiltä käyttävissä voimalaitoksissa. Lisäksi raportissa on esitelty maiden kivihiilen käyttöä ja arvioitu maiden energiantuotantolaitosten maksukyky biomassalle. Vertailuun otettiin mukaan Alankomaat, Belgia, Puola, Saksa, Tanska ja Iso-Britannia. Alankomaissa, Belgiassa ja Tanskassa biomassaa käytetään jo valmiiksi melko paljon sähkön- ja lämmöntuotannossa. Puola, Saksa ja Iso-Britannia ovat suuria kivihiilen käyttäjiä, joilla olisi mahdollisuus käyttää suuria määriä biomassaa seospoltossa kivihiilen kanssa.

2 EU:N TAVOITTEET KASVIHUONEPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI

Euroopan Unioni on asettanut tavoitteekseen vuoteen 2020 mennessä vähentää EU-alueen kasvihuonekaasupäästöjä 20 % vuoden 1990 tasosta, tuottaa kokonaisenergiankulutuksesta 20 % uusiutuvilla energialähteillä ja saada 20 % parannus energiatehokkuuteen. Päästökseen tavoitteisiin EU on kehittänyt ilmasto- ja energiapaketin, joka sisältää neljä direktiiviä. Direktiivit ovat päästökauppadirektiivi, taakanjakopäätös, direktiivi hiilen talteenotosta ja varastoinnista sekä direktiivi uusiutuvista energiavaroista. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka n.d.)

Päästökaupalla pyritään vähentämään kasvihuonepäästöjä mahdollisimman kustannustehokkaasti energiateollisuudessa, paljon energiaa käyttävässä teollisuudessa ja lentoliikenteessä. Kuitenkin yli puolet kasvihuonekaasupäästöistä, kuten kotitalouksissa, maataloudessa ja liikenteessä syntyvät päästöt, eivät kuulu päästökaupan piiriin. Näihin päästöihin pyritään vaikuttamaan taakanjakopäätöksellä, jossa jokaiselle maalle on määritelty omat sitovat tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiselle päästökaupan ulkopuolisella sektorilla. (The EU climate and energy package 2012.)

Hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää myös hiilen talteenotto ja varastointi -menetelmillä. Direktiivi hiilen talteenotosta ja varastoinnista on säädetty varmistamaan, että näitä menetelmiä käytetään ympäristöä ja ihmisten terveyttä vaarantamatta. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka n.d.)

Jokaiselle maalla on myös sitova tavoite uusiutuvan energian käytölle. Tavoitteiden suuruus vaihtelee maakohtaisesti ja yhdessä ne muodostavat EU:n sisäisen 20 %:n tavoitteen. Uusiutuvan energian lisääminen auttaa toteuttamaan myös hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitetta. (The EU climate and energy package 2012.)

2.1 Päästökauppa

Päästökauppa on järjestelmä, jossa haitallisia päästöjä tuottavien yritysten tulee hankkia päästöoikeuksia vastaamaan päästöjensä määrää. Ajatuksena on, että halvimpien päästöjen vähentämistoimien toteuttaminen yrityksissä tulee edullisemmaksi kuin päästöoikeuksien ostaminen, ja näin päästöt vähenevät siellä, missä se on halvinta. (Päästökauppa 2011.)

EU:n sisällä päästökauppa alkoi vuoden 2005 alussa. Päästökaupan tarkoitus on seurata ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kustannustehokkaasti, ja tavoite on, että päästökauppajärjestelmään kuuluvat laitokset vähentävät päästöjään 21 % vuoden 2005 tasoon verrattuna vuoteen 2020 mennessä. Mukana järjestelmässä ovat voimalaitokset ja paljon energiaa kuluttavat teollisuuslaitokset sekä kaupallinen lentoliikenne hiilidioksidipäästöjen osalta. Lisäksi mukana on joitain metalli- ja mineraaliteollisuuden päästöjä. Päästökaupan alaiset päästöt ovat noin 45 % koko EU:n kasvihuonekaasupäästöistä. (The EU Emissions Trading System 2013, Päästökauppadirektiivi 2012.)

Päästökauppa EU:n sisällä on jakautunut kausiin. Ensimmäinen kausi oli vuosina 2005–2007, toinen kausi 2008–2012 ja kolmas kausi alkoi vuonna 2013 ja kestää vuoteen 2020 saakka. Ensimmäisen ja toisen kauden aikana maat saivat jakaa päästöoikeuksia ilmaiseksi kaupan piirissä oleville laitoksille ja halutessaan huutokaupata osan oikeuksista. Kolmannen kauden alussa ilmaisten oikeuksien määrää laskettiin ja maat eivät voi enää päättää itse niiden saajia, vaan päätökset tehdään EU-tasolla. Vuonna 2013 päästöoikeuksista huutokaupataan yli 40 % ja tämä osuus kasvaa joka vuosi. (The EU Emissions Trading System 2013.)

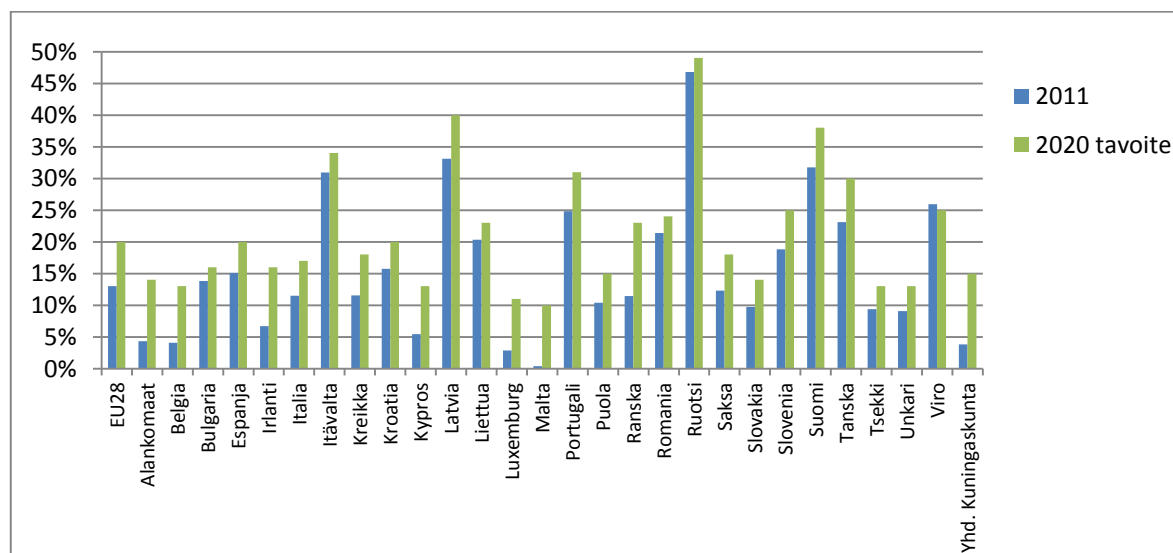
Päästöoikeuksien huutokauppa tapahtuu EU-maiden yhteisellä sähköisellä huutokauppa-paikalla. Huutokauppaan osallistujat jättävät tarjouksensa toisistaan tietämättä ja päästöoikeuksien hinta määräytyy alimman hyväksytyin tarjouksen mukaan. Kaikki huutokaupan voittajat maksavat päästöoikeuksista siis saman hinnan. (Päästökauppa 2011.) Viime

vuosien talouskriisi on vähentänyt kasvihuonekaasupäästöjä tehtaiden sulkemisen myötä, mikä on johtanut päästöoikeuksien ylimäärään. Tämä taas on laskenut oikeuksien hintaa. (The EU Emissions Trading System 2013.) Toisen päästökauppakauden aikana oikeuden hinta oli 5-25 €, mutta kolmannen kauden alussa hinta on ollut vain 2,65 - 6,35 € (Eex 2013). Voimalaitoksien ja muiden hiilidioksidipäästöjen tuottajien tulee hankkia yksi päästöoikeus jokaista tuottamaansa hiilidioksiditonnia kohden.

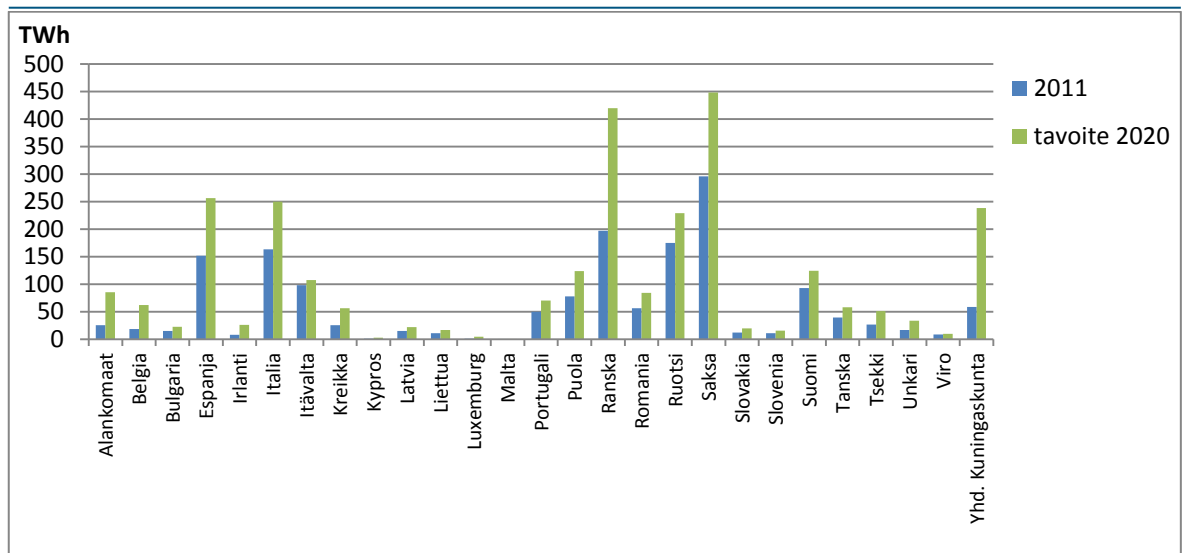
2.2 Uusiutuvan energian käyttötavoitteet

Euroopan Unioni on asettanut tavoitteekseen vuonna 2020 tuottaa 20 % kulutetusta energiasta uusiutuvilla energialähteillä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että jokaisen EU-maan tulisi tuottaa 20 % kuluttamastaan energiasta uusiutuvilla energialähteillä. Kansallisia tavoitteita päättäessä huomioon on pyritty ottamaan maiden lähtökohdat uusiutuvien energioiden käytöstä ja tavoitteet vaihtelevatkin maittain Maltan 10 %:sta Ruotsin 49 %:iin. (The EU climate and energy package 2012.)

Kuvassa 1 on jokaisen EU-maan tavoite uusiutuvan energian osuudesta energiankulutuksesta vuonna 2020 ja saavutettu uusiutuvan energian osuus vuonna 2011. Koska kokonaisenergiankulutus vaihtelee maittain suuresti, uusiutuvan energian tavoitteet prosentteina eivät kerro kuinka paljon uusiutuvaa energiaa maiden on tuotettava. Esimerkiksi Saksan uusiutuvien energioiden tavoite on vain 18 %:a, mutta se tarkoittaa Saksan omien arvioiden mukaan lähes 450 TWh:a uusiutuvaa energiaa, kun taas Ruotsin 49 %:a tarkoittaa noin 230 TWh:a. Kuvassa 2 on esitetty jokaisen maan oma arvio siitä, kuinka paljon uusiutuvaa energiaa tarvitaan TWh:na vuonna 2020, jotta uusiutuvan energian tavoite täyttyy. (EREC 2011; Eurostat 2013a).



Kuva 1 EU-maiden uusiutuvan energian osuudet kokonaisenergiankulutuksesta (Eurostat 2013a)



Kuva 2 Euroopan maiden arviot uusiutuvan energian tarpeesta TWh:na vuonna 2020 ja uusiutuvan energian määrä vuonna 2011 (EREC 2011; Eurostat 2013a; Eurostat 2013b)

3 UUSIUTUVAN ENERGIAN TUKIJÄRJESTELMÄT VALITUISSA MAISSA

3.1 Alankomaat

Alankomailla on käytössä syöttöpreemiojärjestelmä, joka tukee uusiutuvan sähkön tuotantoa maksamalla tuottajille sähkön markkinahinnan päälle erillisen tuen. Jokaiselle tuotantomuodolle on määritelty oma takuuhinta, joka sillä tuotetulla sähköllä tulisi saada, ja vuosittain laskettu korjaussumma, joka perustuu fossiilisilla energialähteillä tuotetun sähkön kustannuksiin. Uusiutuvalla sähköllä markkinahinnan päälle maksettavan tuen suuruus saadaan tuotantomuodon takuuhinnan ja korjaussumman erotuksena. (SDE+ 2013)

Laitokset hakevat tukea vuoden aikana kuudessa eri jaksossa. Laitoksen tarvitseman tuen suuruus vaikuttaa siihen, missä jaksossa se voi hakea tukea. Tuotantomuodon saama takuuhinta on pienin ensimmäisessä jaksossa ja sitä voivat hakea vain pientä tukea tarvitsevat tuotantomuodot. Takuuhinnan suuruus kasvaa portaittain seuraavien jaksojen alkaessa ja suurempaa takuuhintaa tarvitsevat tuotantomuodot voivat hakea tukea vasta myöhemmissä jaksoissa. Jokaiselle vuodelle on budjetoitu tietty tukisumma ja kun se on käytetty, tukea ei enää sinä vuonna myönnetä. Eli jos pientä tukea tarvitsevia laitoksia on ollut ensimmäisissä jaksoissa paljon, suuremmille laitoksille myöhemmissä jaksoissa ei pystytä myöntämään tukea. Tuen vaiheittaisella myöntämisellä pyritään varmistamaan, että kustannustehokkaimmilla teknologioilla on parempi mahdollisuus saada tukea. (SDE+ 2013)

Tukea myönnetään laitoksille, jotka tuottavat uusiutuvaa sähköä, lämpö tai kaasua. Biomassaa käyttävien CHP-laitoksien tulee olla kapasiteetiltaan alle 100 MWe. Tukea haetaan ennen laitoksen toiminnan aloittamista, ja tukea maksetaan laitoksen käynnistämisen jälkeen 5, 12 tai 15 vuotta tuotantomuodosta riippuen. Joissain tapauksissa on mahdollista hakea tukea vanhoille laitoksille käyttöiän pidennystä varten. (SDE+ 2013)

Alankomaiden tukijärjestelmää uusiutuvalle energialle on päivitetty vuonna 2011. Laitokset, jotka käyttävät biomassaa yhteispoltossa fossiilisten polttoaineiden kanssa eivät voi saada tukea uudesta järjestelmästä. Jotkin laitokset voivat saada tukea vielä edellisestä tukijärjestelmästä, joka tuki myös yhteispolttoa, mutta yhteispoltontuki loppuu myös näille laitoksille vuosien 2013–2016 aikana. (Heinrich & Hare 2013.)

3.2 Belgia

Belgia muodostuu kolmesta alueesta: Brysselistä, Valloniasta ja Flanderista. Jokaisella alueella on oma uusiutuvan energian tukijärjestelmä. Kaikki järjestelmät perustuvat vihreisiin sertifikaatteihin, mutta niiden jakamisperusteet, ostovelvoitteet ja markkinat ovat erilaisia. Lisäksi valtiolla on oma sertifikaattijärjestelmä, joka tukee merituulivoimaloita. (Renewables Support Mechanism Across Europe 2013, 10)

Brysselin ja Vallonian sertifikaattijärjestelmissä sähköntuottajalle jaetaan sertifikaatteja vältettyjen hiilidioksidipäästöjen mukaan. Sähköntuottajien hiilidioksidipäästöjä verrataan fossiilisia polttoaineita käyttävän laskennallisen esimerkkilaitoksen päästöihin, ja saatavien sertifikaattien määrä riippuu hiilidioksidipäästöjen erotuksesta. Flanderin alueella sertifikaatteja saa tuotantotavasta ja laitoksen koosta riippuen tietyn määrän jokaista uusiutuvilla energialähteillä tuotettua MWh:a kohden. (Renewables Support Mechanism Across Europe 2013, 10)

Bryssel on alueista pienin ja sen sertifikaattijärjestelmään kuuluu vain joitakin voimalaitoksia. Vallonia ja Flanderi ovat suurempia ja niiden alueilla on suurin osa Belgian voimalaitoksista. Suurimmat kivihilivoimalat ovat Flanderin alueella eli jos Belgiassa korvataan kivihillen käyttöä biomassalla, tuet biomassan käytölle tulevat todennäköisesti Flanderin tukijärjestelmästä. Flanderin alue on myös ainoa, joka tukee biomassan yhteispolttoa kivihillen kanssa ilman biomassan osuudelle määrättyjä rajoja. Tämän vuoksi raportissa käytetään Flanderin alueen myöntämiä tukia kuvaamaan koko Belgian tukia biomassalle.

Flanderin alueella tuetaan periaatteessa kaikkea uusiutuvan energian tuotantoa. Kuitenkin eri tuotantomuodot saavat erimäärän sertifikaatteja ja nämä määrät tarkistetaan ja tarvittaessa päivitetään vuosittain. Pelkällä biomassalla tuotetun sähkön saamat sertifikaattimäärät päätetään laitoskohtaisesti. Biomassan yhteispoltto fossiilisten polttoaineiden kanssa on oikeutettu vain puoleen määrään sertifikaateista, jos biomassan osuus on alle 60 % (Debco 2013, 20; Najdawi ja Schachtschneider 2013.)

3.3 Puola

Puolassa on käytössä vihreiden sertifikaattien jakamiseen ja niiden ostovelvoitteisiin perustuva järjestelmä. Sähköntuottajat saavat vihreitä sertifikaatteja tuottamastaan uusiutuvasta sähköstä ja myyvät niitä sähkönjakeluyhtiöille ja joillekin sähkön suurkäyttäjille, joiden on hankittava sertifikaatteja kiintiövelvoitteen mukainen määrä. Sähköntuottajat saavat sertifikaattien myynnistä tuloja, jotka voidaan käyttää tasaamaan uusiutuvan sähkön tuotannosta aiheutuvia suurempia kustannuksia. Vihreiden sertifikaattien hinta määräytyy kysynnän ja tarjonnan perusteella ja on täysin sovittavissa sähkön tuottajan ja sähkön jakeluyhtiön välillä. (Pobłocka 2013a)

Sähkönjakeluyhtiöiden ja suurkuluttajien on mahdollista sertifikaattien ostamisen sijaan maksaa vaihtoehtoinen korvausmaksu, jonka suuruus päätetään vuosittain. Monena vuonna maksu on ollut kalliimpi kuin sertifikaatit, jolloin on ollut kannattavampaa ostaa sertifikaatteja. Jos sähkönjakelija ei ole vuoden aikana hankkinut tarpeeksi sertifikaatteja tai maksanut tarpeeksi korvausmaksuja, tämä joutuu maksamaan sakkoa. (Pobłocka 2013a).

Puola jakaa kaikelle uusiutuvalle sähkölle yhtä paljon sertifikaatteja tuotantotavasta riippumatta. Myös biomassan poltto kivihiilivoilaitoksissa on oikeutettu sertifikaatteihin, mutta biomassaa täytyy olla polttoaineseoksessa tietty osuus. Vuonna 2013 biomassan osuuden täytyy olla vähintään 20 % ja osuus kasvaa vuosittain. (Polish Energy Regulatory Office 2012, 4).

3.4 Saksa

Saksassa on käytössä uusiutuvan sähkön tuotannon tukemiseen syöttötariffijärjestelmä ja syöttöpreemiojärjestelmä. Sähköntuottajat voivat valita kummasta järjestelmästä saavat tukea ja halutessaan vaihdella järjestelmää kuukausittain. Syöttötariffijärjestelmässä mukana olevat uusiutuvan sähkön tuottajat myyvät tuottamansa sähkön syöttötariffin suuruisella hinnalla sähkönjakeluyhtiölle, joka myy sähkön eteenpäin spot-markkinoilla. Tälle vaihtoehtona on se, että sähköntuottaja myy sähkön itse spot-markkinoilla ja saa tuen erikseen preemiona. Preemion suuruus lasketaan kuukausittain syöttötariffin, sähkönhinnan kuukauden keskiarvon ja tuotantomuotokohtaisen korjauskertoimen perusteella. (Auer, Capalino & Fulton 2012.)

Tukea haetaan uusille laitoksille ja sitä maksetaan yleensä käyttöönottovuoden lisäksi 20 vuotta. Laitokselle tukea myönnettäessä luvattu takuuhinta on voimassa koko laitoksen tukijärjestelmässä oloajan. Takuuhinnan suuruus laskee vuosittain niin, että uudet laitokset saavat joka vuosi pienemmän takuuhinnan, kuin edellisinä vuosina tukea hakeneet laitokset. Tuen aleneminen vuosittain ottaa huomioon investointien ja teknologian hinnan alenemisen ja kannustaa teknologioiden kehittämiseen. (Schachtschneider 2013a.)

Biomassaa käyttäville laitoksille on asetettu tuotantokapasiteettirajaksi 20 MW:a. Tätä suuremmat laitokset eivät voi saada tukea. Lisäksi biomassalla tuotetusta sähköstä tietty osuus (yleensä 60 %) tulee tuottaa CHP-laitoksessa. (Schachtschneider 2013a). Biomassoiksi luetaan kiinteät kasvi-, puu- ja eläinperäiset biomassat. Biomassat voivat olla jalostettuja, mutta jalosteet eivät voi sisältää muita kuin biomassoiksi luettavia ainesosia. (Biomass Ordinance 2012.)

3.5 Tanska

Tanskassa on käytössä syöttöpreemiojärjestelmä, jossa uusiutuvan sähkön tuottajat myyvät tuottamansa sähkön normaaleilla markkinoilla ja saavat tuen erikseen sähkön markkinahinnan päälle. Osalle tuotantomuodoista on määriteltä yläraja, jota sähkön markkinahinta ja tukipreemio eivät saa ylittää. Tällöin preemion suuruus vaihtelee sähkön markkinahinnasta riippuen. Osalle tuotantomuodoista taas annetaan vakiosuuruinen preemio,

joka ei riipu sähkön markkinahinnasta. Uusiutuvan sähkön tuotantotapa vaikuttaa tuen muotoon ja määrään. (Poblocka2013b)

Biomassaa polttamalla tuotettu sähkö saa vakiosuuruisen preemiotuen. Saman tuen saa myös biomassan käyttö yhteispoltossa fossiilisten polttoaineiden kanssa. Tuettaville biomassaa käyttäville laitoksille ei ole määritelty kapasiteettirajoja. Uusiutuvaa sähköä tuottavat laitokset saavat tukea 10–20 vuotta energialähteestä riippuen. (Promotion of Renewable Energy Act 2009.)

3.6 Yhdistynyt kuningaskunta

Yhdistyneen kuningaskunnan uusiutuvan energian tukijärjestelmä perustuu vihreiden sertifikaattien tapaan toimivaan järjestelmään, jossa sähköntuottajat ovat oikeutettuja saamaan sertifikaatteja tuottamastaan uusiutuvasta sähköstä ja sähköntoimittajat ovat puolestaan velvoitettuja ostamaan näitä sertifikaatteja oman velvoitemäärän mukaan. Sertifikaatteihin ovat oikeutettuja suurin osa uusiutuvaa sähköä tuottavista yli 5 MW:n kokoisista laitoksista. Tosin uusiutuvan sähkön tuotantotapa vaikuttaa saatavien sertifikaattien määrään. (Department of Energy & Climate Change 2013.)

Jakeluyhtiön ostovelvoitteen määrä vaihtelee vuosittain ja riippuu markkinoilla olevasta uusiutuvan sähkön määrästä ja jakelijan kuluttajille toimittaman sähkön määrästä. Jos jakeluyhtiöllä ei ole vuoden aikana ostanut tarpeeksi sertifikaatteja, tämän täytyy maksaa sakkoa jokaisesta puuttuvasta sertifikaatista. Sertifikaatin hintaa ei säädellä, vaan se on vapaasti sovittavissa sähköntuottajan ja jakeluyhtiön kesken. Jakeluyhtiön velvoitteet määritellään jokaiseksi vuodeksi erikseen. Sertifikaattien puuttumisesta seuraavan sakon suuruus tarkistetaan ja päivitetään myös joka vuosi. (Department of Energy & Climate Change 2013.)

Iso-Britannian tuotantotukijärjestelmän tarkoituksena on tukea suuren mittakaavan uusiutuvan sähkön tuottamista. Järjestelmään mukaan päässeet tuottajat saavat 20 vuoden ajan sertifikaatteja tuottamastaan uusiutuvasta sähköstä. (Department of Energy & Climate Change 2013.)

Iso-Britannian alueella on kolme tukijärjestelmää. Englannissa ja Walesissa on oma järjestelmä, jonka tietoja on käytetty tässä raportissa kuvaamaan koko Iso-Britanniaa. Skotlannissa ja Pohjois-Irlannissa on omat tukijärjestelmät, jotka toimivat lähes samalla tavalla kuin Englannin ja Walesin järjestelmä. Eroja tukijärjestelmien välillä voi olla eri tuotantotapojen saamien sertifikaattien määrässä, sähkön jakelijoiden velvoitteissa ja sertifikaattien myyntihintatasoissa. (Department of Energy & Climate Change 2013.)

4 KIVIHIILEN KÄYTTÖ TARKASTELTAVISSA MAISSA

Euroopan Unionin alueella energiantuotantoon käytetään kivihiiltä ja ruskohiiltä. Ruskohiili on lämpöarvoltaan huonompaa ja sen kuljettaminen kauas ei tämän vuoksi ole kannattavaa. Monella EU-maalla on kuitenkin omia ruskohiilivarantoja, joista saatavaa hiiltä

käytetään kaivantojen lähellä olevilla voimalaitoksilla. Usein kaivosten lähellä olevat voimalaitokset onkin suunniteltu polttamaan pelkästään kaivoksesta saatavaa ruskohiiltä. Tällaiset voimalaitokset eivät todennäköisesti ole kiinnostuneita käyttämään biomassaa ruskohiilen sijasta.

Usealla EU-maalla on myös omia kivihiilivaroja ja -kaivoksia, mutta suurin osa käytettäväs-
tä kivihiilestä tulee kuitenkin EU:n ulkopuolelta. EU:ssa kivihiilellä tuotetaan 30 % sähkö-
tä ja 50 % energiasta (Euracoal, Key Facts n.d). Tätä varten vuonna 2012 EU:n alueelle
tuotiin 204 Mt kivihiiltä (Eurostat 2013c). Tätä määrää pystyttäisiin osittain korvaamaan
biomassan käytöllä.

4.1 Alankomaat

Vuonna 2012 Alankomaiden kivihiilivoimaloiden kapasiteetti oli 4,2 GW, mikä on 15 %
energiantuotannon kokonaiskapasiteetista. Kivihiilivoimaloita on kahdeksan, joista kah-
den oletetaan lopettavan toimintansa 5 - 10 vuoden sisällä. Uusia voimaloita on rakenteil-
la 3, jotka valmistuvat vuosien 2013 - 2014 aikana. Uusien voimaloiden kapasiteetti on
lähes 3,5 GW, ja niiden valmistumisen jälkeen kivihiilivoimaloiden kapasiteetti on 22 %
energiantuotannon kokonaiskapasiteetista. (Hare & Heinrich 2013.)

Vuonna 2010 Alankomaiden primäärienergianlähteistä lähes 10 %:a oli kivihiiltä. Kivihiili
tuodaan maahan Kolumbiasta, Etelä-Afrikasta ja Pohjois-Amerikasta, sillä maalla ei ole
omia hiilikaivoksia. Suuri osa isoista kivihiililaitoksista polttaa biomassaa kivihiilen kanssa
yhteispoltossa. (Euracoal n.d.) Taulukossa 1 on listattu nykyiset ja rakenteilla olevat kivi-
hiiltä käyttävät voimalaitokset.

**Taulukko 1 Alankomaiden kivihiilivoimalaitokset (Bestaande Kolencentrales in Neder-
land n.d, Hare & Heinrich 2013)**

Voimalaitos	Kapasiteetti (MW)
Hemweg 8	630
Maasvlakke 1	500
Maaslavkte 2	500
Borssele	406
Amer 8	645
Amer 9	600
Gelderland 1	570
Uudet laitokset	
Maavslakte 3	1100
Eemshaven	1600
Maasvlakke 4	800

4.2 Belgia

Belgiassa kivihiilen käyttö on vähäistä, ja kivihiilivoimaloita on suljettu ja muutettu käyttämään kokonaan biomassaa. Vuonna 2010 kokonaissähköntuotanto oli 89,7 TWh, josta 6,9 % tuotettiin kivihiililaitoksissa. Käytetystä primäärienergiasta kivihiilen osuus oli alle 5 %. (Euracoal n.d.) Alla olevassa listassa on Belgian nykyiset kivihiililaitokset ja ne laitokset, jotka on muutettu käyttämään polttoaineenaan kokonaan tai osittain puupellettejä tai muuta biomassaa.

Taulukko 2 Belgian kivihiiltä käyttävät ja käyttäneet voimalaitosyksiköt (Overview of Generating Facilities 2013.)

Voimalaitos	Kapasiteetti(MW)	Polttoaine
Langerlo 1	235	Kivihiili
Langerlo 2	235	Kivihiili
Ruien 5	290	Kivihiili/biomassa
Awirs 4	95	Puupelletit
Rodenhuize 4	268	Puupelletit

4.3 Puola

Puolassa tuotetaan kivi- ja ruskohiiltä suuressa mittakaavassa ja tästä johtuen niitä käytetäänkin paljon. Vuonna 2012 hiiltä käytettiin lähes 135 miljoonaa tonnia (Eia 2012). Sähkön tuotannosta samana vuonna noin 85 %:a tuotettiin hiilellä. Kivihiilivoimalakanta on tosin vanhaa, puolet hiiltä käyttävistä laitoksista on yli 25 vuotta vanhoja. (Euracoal n.d.) Kivihiilivoimaloista joudutaankin sulkemaan vuoteen 2015 mennessä melkein 20 %, koska ne eivät täytä EU:n päästövaatimuksia. Puola ei kuitenkaan aio korvata sulkeutuvista voimaloista johtuvaa energiavajetta uusiutuvilla energialähteillä, vaan jatkaa kivihiilen käyttöä. Vuoteen 2030 mennessä Puola aikoo lisätä uusiutuvien energioiden ja ydinvoiman käyttöä, mutta silti fossiilisten primäärienergioiden määrän on suunniteltu olevan 74 %. (Coal-fired power plants in Poland n.d.)

4.4 Saksa

Vuonna 2011 Saksassa tuotetusta sähköstä yli puolet tuotettiin fossiilisilla polttoaineilla. Saksalla on omia rusko- ja kivihiilivarantoja ja näiden polttoaineiden osuudet sähköntuotannossa ovatkin merkittävät. Ruskohiilellä tuotettiin vuonna 2011 noin 25 % sähköstä ja kivihiilellä noin 18 %. Kotimaisen kivihiilen tuotantoa on tuettu pitkään, jotta sen hinta on pysynyt kilpailukykyisenä tuontihiileen verrattuna. Tuki on kuitenkin loppumassa vuonna 2018, joka todennäköisesti johtaa kivihiilikaivosten sulkemiseen. Tällöin voimalaitokset joutuvat hankkimaan kivihiilen ulkomailta. Ruskohiili on kuitenkin edelleen edullista käyttää kaivosten lähialueilla, ja ruskohiilen tuottajilla ja voimalaitoksilla onkin pitkiä sopimuksia, jotka takaavat ruskohiilen käytön jatkumisen Saksassa vahvana monia vuosia. (Hare & Heinrich 2013, 3-10.)

12 kivi- ja ruskohiililaitosta suljettiin vuonna 2012 EU:n päästörajoitusten vuoksi. Suurimman osan tilalle aiotaan rakentaa uusi suurempi laitos. Rakenteilla olevien uusien laitojen yhteiskapasiteetti on 8 GW:a. Kivi- ja ruskohiililaitoksien kokonaiskapasiteetti vuonna 2011 oli lähes 49 GW:a. (Hare & Heinrich 2013, 4, 11–13.)

Biomassan yhteispoltto kivi- tai ruskohiililaitoksissa on hyvin vähäistä Saksassa. Vuonna 2010 vain neljässä ruskohiililaitoksessa ja viidessä kivihiililaitoksessa poltettiin pieniä määriä biomassaa ja vain kaksi hiililaitosta on muutettu kokonaan käyttämään biomassaa. (Hare & Heinrich 2013, 13)

4.5 Tanska

Tanskassa on kymmenen kivihiilivoimalaitosta, joista suurin osa tuottaa sähkön lisäksi lämpöä. Osa käyttää kivihiilen kanssa yhteispoltossa biomassaa. Vuonna 2010 nämä voimalaitokset tuottivat 44 %:a Tanskan kokonaissähköstä. Tanskalla ei ole omia hiilivarantoja, joten se joutuu ostamaan kaiken käyttämänsä kivihiilen. Vuonna 2010 maahan tuotiin 4,5 miljoonaa tonnia kivihiiltä. (Euracoal n.d.)

Taulukko 3 Tanskan kivihiilivoimalaitokset (Global Energy Observatory n.d.)

Voimalaitos	Kapasiteetti (MW)
Amager	438
Asnaes	790
Avedere	825
Ensted	626
Esbjerg	378
Fyns	397
Nordjylland	716
Randers	52
Stignaes	409
Studstrup	750

4.6 Yhdistynyt kuningaskunta

Vuonna 2012 Iso-Britanniassa käytetystä sähköstä 38,4 % tuotettiin kivihiilellä. Sähkön tuotantoon käytettiin 54,9 miljoonaa tonnia hiiltä. (UK coal n.d.) Britannian suurista kivihiilivoimalaitoksista tullaan kuitenkin sulkemaan jopa kolmannes ennen vuotta 2016, koska ne eivät tule täyttämään EU:n tiukentuvia päästövaatimuksia. Tästä johtuen Iso-Britannian kivihiilen käyttö tulee vähentymään ja sen täytyy kehittää uusia tapoja tuottaa energiaa. (Energy UK 2013.) Osa kivihiilivoimaloista pyrkii pääsemään päästörajoihin korvaamalla osan kivihiilen poltosta biomassalla.

Taulukko 4 Iso-Britannian kivihiiltä käyttävät voimalaitokset (UK coal n.d)

Voimalaitos	Kapasiteetti (MW)
Aberthaw	1500
Cottam	2008
Drax	3870
Eggborough	1960
Ferrybridge (osa kattiloista suljetaan vuoteen 2016 mennessä)	1995
Fiddlers Ferry	1961
Ironbridge (suljetaan vuoteen 2016 mennessä)	970
Lynemouth	420
Ratcliffe-on-Soar	2000
Rugeley	1006
Tilbury (suljetaan vuoteen 2016 mennessä)	1131
West Burton	1972
Wilton	197

5 TUKIJÄRJESTELMIEN VERTAILU LASKENTAESIMERKIN AVULLA

Jokaisen valitun maan voimalaitoksille haluttiin laskea maksukyky biomassan hankinnalle. Tätä varten valittiin esimerkivoimalaitos, ja sen saamat uusiutuvan energian tuotantotuet laskettiin jokaisessa valitussa maassa. Tuotantotuet laskettiin polttoaine-energiaa kohden, ja tukien lisäksi maksukyvyyn laskemisessa otettiin huomioon laitoksen käyttämän kivihiilen hinta ja kivihiilen aiheuttamien päästöjen takia hankittavien päästöoikeuksien hinta.

5.1 Laskentaesimerkin perusteet ja valittu laitos

Esimerkkilaitos on suuri kivihiiltä pääpolttoaineena käyttävä lauhdelaitos, joka käyttää biomassaa yhteispoltossa kivihiilen kanssa. Biomassan osuus polttoaineseoksesta on 30 %:a. Biomassan polttamisen ei oleteta aiheuttavan muutoksia kattilan toimintaan, eikä näin ollen vaativan rakennemuutoksia voimalaitoksella. Niinpä laskelmissa ei ole otettu huomioon minkäänlaisia rakennuskustannuksia, joita biomassan käytön aloittaminen laitoksella voisi aiheuttaa. Laskelmissa ei myöskään oteta huomioon biomassan käytöstä aiheutuvia ylimääräisiä käyttökustannuksia, koska nämä vaihtelevat suuresti laitoksen mukaan.

Tehokkainta ja taloudellisinta biomassaa olisi käyttää yhteistuotantolaitoksissa, joissa biomassaa muutetaan hyvällä hyötysuhteella uusiutuvaksi sähköksi ja lämmöksi. Tällaiset laitokset voivat monessa maassa saada tukia myös uusiutuvalla lämmöntuotannolle, kuten erilaisia verohelpotuksia. Esimerkkilaitokseksi valittiin kuitenkin lauhdelaitos, koska näitä on yleisesti enemmän Euroopassa ja valituille maille oli helpompi löytää vertailukelpoiset sähköntuotannon tuet, kuin lämmöntuotannon tuet.

Taulukko 5 Esimerkkilaitos

Esimerkkilaitos	
Polttoainetehto (MW)	1000
Polttoaineet	
Kivihiili	70 %
Biomassa	30 %
Hyötysuhde	40 %
Sähkön tuotantokapasiteetti (MW)	400
Biosähkön tuotantokapasiteetti (MW)	120

Esimerkkilaitoksen sähköntuotannon hyötysuhteen avulla laskettiin kuinka suuret tuet ovat polttoaineyksikköä kohden. Voimalaitoksen maksukykyyn vaikuttaa tukien lisäksi kivihiilen hinta ja päästökaupasta aiheutuvat maksut. Muita kivihiilen käytön päästöistä johtuvia kustannuksia, kuten hiilidioksidiveroa, ei otettu huomioon maksukykyä laskettaessa.

Kivihiilen hintana käytettiin kaikille maille samaa hintaa 10 €/MWh ja päästöoikeuden hintana 5 €. Oikeasti kivihiilen hinta vaihtelee maittain ja on todennäköisesti halvempaa niissä maissa, jotka tuottavat kivihiiltä itse ja kalliimpaa niissä, jotka joutuvat ostamaan kaiken tarvitsemansa kivihiilen kauempaa. Päästöoikeuden hinta voi myös vaihdella, mutta vuoden 2013 aikana se on ollut alle 5 euroa. Voimalaitokset hankkivat päästöoikeuden jokaista tuottamaansa hiilidioksiditonnia kohden. Kivihiilen ominaispäästökerroin on 94,6 g_{CO2}/MJ eli 0,34056 t_{CO2}/MWh. Tämä tarkoittaa, että polttaessa yhden MWh:n kivihiiltä syntyy 0,34056 tonnia hiilidioksidia, eli yhtä MWh:a kivihiiltä varten on hankittava 0,34056 päästöoikeutta.

Tuotantotukina on käytetty yleisesti vuoden 2013 arvoja. Iso-Britannian ja Puolan vihreiden sertifikaattien hinnat ovat vuoden 2013 tammi-heinäkuun keskiarvohinnat. Iso-Britannian sertifikaatin hintana laskuissa käytettiin 50,81 € (E-roc 2013) ja Puolan sertifikaatin hintana 50,45 € (POLPX monthly report 2013). Belgian vihreän sertifikaatin hintana käytettiin sertifikaatin minimihintaa 93 € (Schachtschneider 2013b). Tanskan preemio biomassalla tuotetulle sähkölle on 20,11 €/MWh (Pobłocka 2013b).

Puolassa kaikki uusiutuvan sähkön tuotantomuodot saavat yhden sertifikaatin jokaisesta MWh:sta (Pobłocka 2013a). Iso-Britanniassa ja Belgiassa eri tuotantomuodot puolestaan saavat eri määrän sertifikaatteja. Iso-Britanniassa biomassaa uusiutumattomien polttoainesten kanssa polttamalla tuotettu sähkö sai vain 0,3 sertifikaattia/MWh_e, kun biomassan osuus polttoaineseoksesta on alle 50 % (Department of Energy & Climate Change, Ofgem 2013).

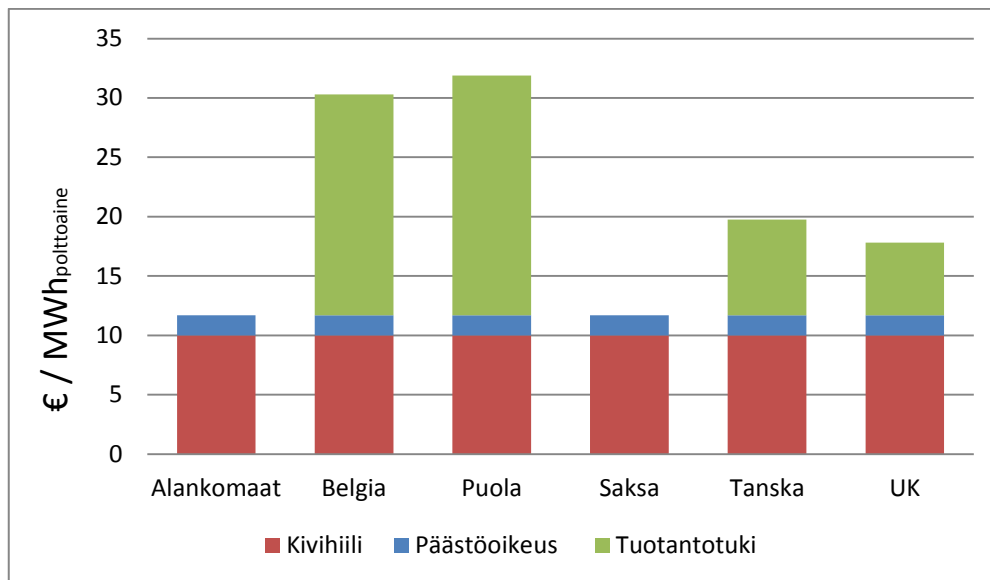
Belgian tuet ovat laskettu Flanderin alueen tukijärjestelmän mukaan, jossa biomassaa käyttävien laitosten saamat sertifikaattimäärät päätetään laitokohtaisesti. Jos biomassan osuus on alle 60 % polttoaineseoksesta, laitos saa sertifikaatteja puolet siitä, mitä pelkkää biomassaa käyttävä vastaavan kokoinen laitos. Aikaisemmin kaikki tuotantomuodot saivat yhden sertifikaatin jokaista MWh:a kohden (IEA bioenergy 2007). Laskelmissa onkin oletettu yhteispolton saavan puolet tästä eli 0,5 sertifikaattia / MWh.

Huomattava on, että suurin osa tuista on laskettu vuoden 2013 arvoilla ja ne pätevät vain laitokselle, joka hakee tukea sinä vuonna. Lähes kaikissa maissa tukien suuruudet päätetään vuosittain ja ovat voimassa vain kyseisenä vuonna tukea hakeville.

Liitteessä 1 on esitetty tarkemmat kaavat, joita on käytetty voimalaitoksien maksukykyyn laskemiseen.

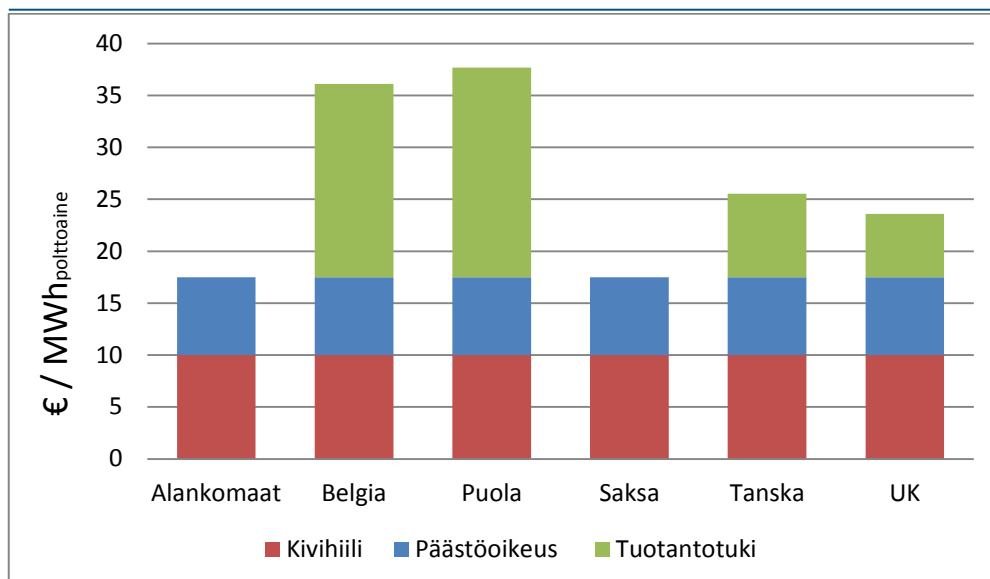
5.2 Tulokset, taulukko

Esimerkkilaitoksen saamat tuet laskettiin polttoaine-energiaa kohden. Tuotantotukien lisäksi kuvassa 3 on esitetty kivihiilen hinta ja päästöoikeuden hinta, jotka vaikuttavat laitoksen biomassan hankinnan maksukykyyn. Laitoksen on siis ajateltu pystyvän maksamaan biomassasta kivihiilen ja päästöoikeuksien hinnat, jotka laitoksen on maksettava myös pelkästä kivihiilestä, ja niiden lisäksi biosähkön saaman tuotantotuen, jonka laitoksen on oletettu voivan käyttää suoraan polttoaineen hankintaan.



Kuva 3 Esimerkkilaitoksen biomassan maksukyky valituissa maissa vuonna 2013

Kuvassa 4 on esitetty esimerkkilaitoksen biomassan maksukyky, jos päästöoikeuden hinta nousee. Kahdessa arvioissa päästöoikeuksien hinnan on ennustettu nousevan kolmannen päästökauden aikana 22 euroon (IEA 2010 73–74; Chen 2012). Kivihiilen hinnassa ei oletettu tapahtuvan suuria muutoksia.



Kuva 4 Esimerkkilaitoksen biomassan maksukyky, jos päästöoikeuden hinta on 22 €

5.3 Havainnot, haasteet, vertailu

Alankomaissa ja Saksassa esimerkkilaitos ei saisi uusiutuvan energian tuotantotukia ollenkaan. Alankomaat ei tue biomassan yhteispolttoa uusiutumattomien polttoaineiden kanssa ja Saksa tukee vain kapasiteetiltaan alle 20 MW:a olevia biomassaa käyttäviä laitoksia. Saksassa täyden tuen myöntämiselle on lisäksi ehto, että osa biomassalla tuotetusta sähköstä on tuotettava yhdessä lämmöntuotannon kanssa.

Iso-Britannian tuki esimerkkilaitokselle on pienin. Tuen suuruuteen vaikuttaa biomassan osuus polttoaineseoksesta. Jos biomassan osuus olisi yli 50 %, tuki olisi kaksi kertaa isompi. Iso-Britanniassa paremmat tuet biomassan käytölle saa myös yhteistuotantolaitokset. Esimerkkilaitoksen tapaan biomassaa käyttävä CHP-laitos saisi 0,8 sertifikaattia/MW_he, kun esimerkkilaitos saa vain 0,3 sertifikaattia/MW_he.

Tanskan preemio on vain hieman suurempi kuin Iso-Britannian tuki. Tanskan tuki tosin on samansuuruinen kaikelle biomassan käytölle, riippumatta biomassan osuudesta polttoaineseoksessa. Eli jos biomassan osuus olisi esimerkkilaitoksella suurempi, Tanskan tuki jäisi pienemmäksi kuin Iso-Britannian.

Esimerkkilaitos saa huomattavasti suuremmat tuet Belgiassa ja Puolassa. Belgian sertifikaatin hinta oli paljon suurempi kuin Puolassa, ja vaikka yhteispoltto ei ollut oikeutettu kuin puolikkaaseen sertifikaattiin per MW_he, tuki oli lähes yhtä suuri kuin Puolassa, jossa yhteispoltto saa kokonaisen sertifikaatin. Jos biomassan osuus yhteispoltossa olisi yli 60 %, voimalaitos saisi Belgiassa täyden sertifikaatin ja tuen suuruus biosähkölle olisi kaksi kertaa isompi, eli huomattavasti suurempi kuin Puolassa. Belgiassa tuen saantiin vaikuttaa kuitenkin alue, jossa voimalaitos sijaitsee. Esimerkkilaitoksen tuet on laskettu Pohjois-Belgian käsittävän Flanderin alueen sertifikaattijärjestelmällä, joka tukee yhteispolttoa selkeimmin ja parhaiten. Muilla alueilla tuki voi olla erilainen.

Puolan tukitaso esimerkkilaitokselle on suurin. Tähän vaikutti se, että Puola jakaa saman määrän sertifikaatteja kaikilla tuotantomuodoilla tuotetulle uusiutuvalla sähköllä. Eli biosähkön saama sertifikaattien määrä ei riipu biomassan osuudesta polttoaineseoksessa.

6 YHTEENVETO

Maiden suuri kivihiilen käyttö johtuu usein kyseisten maiden omista kivihiihivarannoista ja -tuotannosta. Tällöin ei välttämättä haluta uhata hiilentuotantoa tukemalla hiilen korvaamista biomassalla energiatuotannossa. Näin on ilmeisesti Saksassa, joka ei tue biomassan käyttöä suurissa hiilivoimaloissa. Saksan hiilivarannot koostuvat suurilta osin ruskohiilestä, jota ei ole huonon lämpöarvon vuoksi kannattavaa viedä ulkomaille. Tästä syystä ruskohiilen korvaaminen voimalaitoksissa biomassalla voisi vaikuttaa negatiivisesti Saksan ruskohiiliteollisuuteen.

Puola puolestaan tukee biomassan polttamista hiiltä käyttävissä voimalaitoksissa. Tätä ehkä selittää se, että Puolan hiilivarannoista suuri osa on kivihiihtä, jonka vienti kauemmaksikin ulkomaille on kannattavaa. Niinpä kivihiilen korvaaminen biomassalla kotimaan voimalaitoksissa ei uhkaa kivihiihiteollisuutta. Puolan järjestelmä tukee tällä hetkellä kaikkia uusiutuvan energian muotoja yhtä suurella tuella. Se tarkoittaa, että halvat tuotantomuodot, kuten biomassan polttaminen kivihiilen seassa, hyötyvät järjestelmästä enemmän kuin kalliimmat tuotantomuodot. Puola on kuitenkin muuttamassa järjestelmäänsä niin, että tulevaisuudessa tuotantomuotojen saamat sertifikaattimäärät ovat riippuvaisia kyseisen tuotantomuodon kustannuksista. Tällöin biomassan yhteispoltolla tuotetun sähkön tuet varmasti laskevat.

Iso-Britanniassa on myös paljon kivihiihivoimaloita ja jonkun verran kivihiihikaivoksia. Iso-Britannia on todella paljon jäljessä uusituvan energian tavoitteestaan, ja se onkin asettanut tavoitteekseen tukea uusiutuvan energian tuotantoa suuressa mittakaavassa. Niinpä myös suuret kivihiihilitokset saavat tukea biomassan polttamisesta kivihiilen seassa. Tosin Iso-Britannia pyrkii ohjaamaan biomassan käyttöä CHP-laitoksiin suurempien tukien avulla, mikä onkin järkevää, koska yhteistuotantolaitoksissa samasta määrästä biomassaa saadaan enemmän uusiutuvaa energiaa kuin lauhdelaitoksissa.

Myös Belgia ohjaa biomassan käyttöä myöntämällä suuremman tuen laitoksille, jotka käyttävät yli 60 %:a biomassaa polttoaineseoksessa. Toisaalta tällaisen biomassamäärän käyttäminen voi vaatia jo joitakin muutoksia voimalaitoksen tekniikassa, ja näin aiheuttaa lisäkustannuksia. Tällöin ylimääräinen tukiosuus voikin mennä laitoksen muutokustannuksiin.

Tanskan preemiotuki on huomattavasti pienempi kuin Belgian ja Puolan sertifikaattikaupasta saadut tuet. Toisaalta Tanskan tuki on voimalaitokselle varmempi, koska se ei ole riippuvainen sertifikaattimarkkinoista, vaan pysyy vakiona aina. Näin sähköntuottaja pystyy arvioimaan tuottonsa tarkasti pitkänkin ajan päähän. Sähköntuottajan ei myöskään tarvitse huolehtia muusta kuin sähkön myynnistä.

Alankomaat ei tue tällä hetkellä biomassan polttoa yhdessä uusiutumattomien polttoainneiden kanssa. Edellinen tukijärjestelmä tuki yhteispolttoa ja laitokset, joille tuki on myönnetty sen tukijärjestelmän aikana, voivat saada vielä nytkin yhteispolton tukia. Tällä hetkellä tukea myönnetään vain uusille laitoksille, jotka käyttävät energiantuotannossa pelkkää biomassaa.

Huomattavaa laitosten saamien tuotantotukien vertailussa on myös se, että eri maissa laitokset saavat tukea eripituisen ajan. Laitoksen saaman kokonaistuen määrä riippuu siitä, kuinka monta vuotta laitos saa tukea. Lisäksi kun lasketaan voimalaitoksen maksukykyä polttoaineenhankinnalle, on huomioitava, että laitoksen hyötysuhde vaikuttaa siihen kuinka paljon sähköntuotannon tuki on polttoaine-energiaa kohden. Näin ollen vaikka kaksi laitosta saisi saman verran tukea tuottamastaan sähköstä, tuki polttoaineyksikköä kohden voi olla erisuuri. Mitä parempi laitoksen sähköntuotannon hyötysuhde on, sitä enemmän se saa tukea polttoaineen hankintaan.

KUVALUETTELO

Kuva 1 EU-maiden uusiutuvan energian osuudet kokonaisenergiankulutuksesta (Eurostat 2013a)	3
Kuva 2 Euroopan maiden arviot uusiutuvan energian tarpeesta TWh:na vuonna 2020 ja uusiutuvan energian määrä vuonna 2011 (EREC 2011; Eurostat 2013a; Eurostat 2013b) ...	4
Kuva 3 Esimerkkilaitoksen biomassan maksukyky valituissa maissa vuonna 2013.....	13
Kuva 4 Esimerkkilaitoksen biomassan maksukyky, jos päästöoikeuden hinta on 22 €.....	14

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1 Alankomaiden kivihiilivoimalaitokset (Bestaande Kolencentrales in Nederland n.d, Hare & Heinrich 2013)	8
Taulukko 2 Belgian kivihiiltä käyttävät ja käyttäneet voimalaitosyksiköt (Overview of Generating Facilities 2013.)	9
Taulukko 3 Tanskan kivihiilivoimalaitokset (Global Energy Observatory n.d.).....	10
Taulukko 4 Iso-Britannian kivihiiltä käyttävät voimalaitokset (UK coal n.d)	11
Taulukko 5 Esimerkkilaitos.....	12

LÄHDELUETTELO

- Auer, J. Capalino, R. Fulton, M. 2012. The German Feed-in Tariff: Recent Policy Changes. Selvitys Saksan syöttötariffijärjestelmän uudistuksista. Viitattu 15.7.2013.
http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD000000000294376/The+German+Feed-in+Tariff%3A+Recent+Policy+Changes.pdf
- Bestaande Kolencentrales in Nederland. n.d. Alankomaiden kivihiiivoimalat 2010. Viitattu 10.7.2013.
http://www.wijstoppensteenkol.nl/?page_id=156
- Biomass Ordinance, Ordinance on the Generation of Electricity from Biomass. 2012. Käännös Saksan biomassan luokittelua koskevasta säädöksestä. http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/english/pdf/application/pdf/biomasse_verordnung_en_bf.pdf
- Chen, C. 2012. The Outlook of Carbon Prices. Price Range Forecast for European Union Allowances in European Union Emission Trading Scheme Phase III. http://ivem.eldoc.ub.rug.nl/FILES/ivempubs/dvrap/EES-2012/EES-2012-143T/EES-2012-143T_ConnieYunyiChen.pdf
- Coal-fired power plants in Poland. n.d. Artikkel Puolan energiamarkkinoista Bankwatch-sivustolla. Viitattu 12.7.2013. <http://bankwatch.org/our-work/projects/coal-fired-power-plants-poland>
- Department of Energy & Climate Change. 2013. The Renewables Obligation. Artikkel uusiutuvan energian sertifikaateista Iso-Britanniassa. Viitattu 27.6.2013. <https://www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/the-renewables-obligation-ro>
- Eex. 2013. Päästöoikeuksien markkinahinnat ja tilastoja niistä. Viitattu 11.7.2013
<http://www.eex.com/en/Market%20Data/Trading%20Data/Emission%20Rights>
- Eia. 2013. International energy statistics. Viitattu 27.8.2013.
<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=1&pid=1&aid=2&cid=CG1,&syid=2008&eyid=2012&unit=TST>
- Energy UK. 2013. Coal Generation. Artikkel Iso-Britannian kivihiiivoimaloista. Viitattu 6.8.2013.
<http://www.energy-uk.org.uk/energy-industry/coal-generation.html>
- E-roc. 2013. Track record. Tilasto uusiutuvan energian sertifikaattien hinnoista Iso-Britanniassa. Viitattu 27.6.2013. <http://www.e-roc.co.uk/trackrecord.htm>
- Euracoal.Key Facts. n.d. Key Facts. Tietoa kivihiiilen käytöstä. Viitattu 2.8.2013.
<http://www.euracoal.be/pages/layout1sp.php?idpage=84>
- Euracoal. n.d. Non-producing EU. Tietoa Euroopan maiden kivihiiilen hankinnasta ja käytöstä. Viitattu 12.7.2013. <http://www.euracoal.be/pages/layout1sp.php?idpage=915>
- Euroopan unionin ilmastopolitiikka. n.d. Tietoa EU:n ilmastopolitiikasta ympäristöministeriön sivustolla. Viitattu 11.7.2013.
http://ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen/Euroopan_unionin_ilmastopolitiikka
- Eurostat. 2013a. Share of renewable energy in gross final energy consumption. Viitattu 11.7.2013.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Eurostat. 2013b. Final energy consumption. Viitattu 11.7.2013.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Eurostat. 2013c. Coal consumption statistics. Viitattu 11.7.2013
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Coal_consumption_statistics
-

-
- Hare, Phil & Heinrich, Mariana. 2013. Outlook for new coal-fired power stations in Germany, the Netherlands and Spain. Pöyryn tekemä raportti kivihiihivoimaloiden tarpeesta.
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/194335/Poyry_Report_-_Coal_fired_power_generation_in_Germany.pdf
- Debco. 2013. Indicators and Guidelines for future implementation of fuel supply chains. Selvitys uusiutuvien polttoaineiden käytöstä yhteispoltossa. Viitattu 8.7.2013.
http://www.debco.eu/attachments/095_DEBCO_D3.6.pdf
- Department of Energy & Climate Change & Ofgem. 2013. Calculating Renewable Obligation Certificates. Selvitys sertifikaattien saamisen perusteista Iso-Britanniassa. Viitattu 27.6.2013.
<https://www.gov.uk/calculating-renewable-obligation-certificates-rocs#renewables-obligation-ro-banding>
- IEA. 2010. World Energy Outlook 2010. <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>
- IEA bioenergy. 2007. Green certificates mechanism in Belgium. PowerPoint – esitys Belgian sertifikaattijärjestelmästä. Viitattu 27.8.2013. http://www.ieabioenergy-task38.org/workshops/berlin07/Berlin_T38_Stappen.pdf
- Najdawi, C. ja Schachtschneider, R. 2013. RESLegal-sivustolla julkaistu tietopaketti Belgian uusiutuvan energian tuista. Viitattu 4.7.2013. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/belgium/tools-list/c/belgium/s/res-e/t/promotion/sum/108/lpid/107/>
- Overview of Generating Facilities. 2013. Teknisiä tietoja Belgian voimalaitoksista. Viitattu 12.7.2013.
<http://www.elia.be/en/grid-data/power-generation/generating-facilities>
- Pobłocka, A. 2013a. Quota System. Tietoa Puolan sertifikaattijärjestelmästä RESlegal –sivustolla. Viitattu 12.7.2013. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/poland/single/s/res-e/t/promotion/aid/quota-system-2/lastp/175/>
- Pobłocka, Anna 2013b. Promotion in Denmark. ResLegal-sivustolla julkaistu tietopaketti Tanskan uusiutuvan energian tuista. Viitattu 26.8.2013.
<http://www.res-legal.eu/en/search-by-country/denmark/tools-list/c/denmark/s/res-e/t/promotion/sum/95/lpid/96/>
- Polish Energy Regulatory Office. 2012. Rozporządzenie (Order 18/10/2010). Puolan säädöksiä uusiutuvan energian tukemisesta. Viitattu 27.8.2013. <http://www.ure.gov.pl/pl/prawo/rozporzadzenia/rozporzadzenia-w-spraw-1/5003,dok.html>
- POLPX monthly report. 2013. Tilastoja sähkö- ja sertifikaattimarkkinoista Puolan energiemarkkinoista vastaavan yrityksen sivustolla. Viitattu 30.7.2013.
<http://tge.pl/en/432/polpx-monthly-market-reports-for-2013>
- Promotion of Renewable Energy Act. 2008. Käännös Tanskan uusiutuvan energian tukemista koskevasta säädöksestä. <http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/supply/renewable-energy/wind-power/onshore-wind-power/Promotion%20of%20Renewable%20Energy%20Act%20-%20extract.pdf>
- Päästökauppa. 2011. TEM:n julkaisemaa tietoa päästökaupasta. Viitattu 11.7.2013.
<http://www.tem.fi/energia/paastokauppa>
- Päästökauppadirektiivi. 2012. TEM:in julkaisemaa tietoa päästökaupasta. Viitattu 29.7.2013.
<http://www.tem.fi/energia/paastokauppa/paastokauppadirektiivi>
- Renewables Support Mechanism Across Europe. 2013. Vertailu erimaiden tukimekanismeista.
http://www.cms-dsb.com/Hubbard.FileSystem/files/Publication/66d448bf-8611-4409-bb4f-4ccee4bbbcf9/Presentation/PublicationAttachment/d2078c0b-4df4-45f2-9e72-359f37f345fb/CMS_Renewable_Energy_Guide_April_2013_b.pdf
-

Schachtschneider, Robert. 2013a. Promotion in Germany. RESLegal-sivustolla julkaistu tietopaketti Saksan uusiutuvan energian tuista. Viitattu 19.8.2013. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/tools-list/c/germany/s/res-e/t/promotion/sum/136/lpid/135/>

Schachtschneider, Robert. 2013b. Flanders: Quota system. RESLegal-sivustolla julkaistu tietopaketti Flanderin sertifikaattijärjestelmästä. Viitattu 26.8.2013. <http://www.res-legal.eu/search-by-country/belgium/single/s/res-e/t/promotion/aid/flanders-quota-system-groenestroomcertificaten/lastp/107/>

SDE+ 2013. 2013. Alankomaiden talousministeriön ohjeet uusiutuvan energian tukien hakemiselle. Viitattu 9.7.2013. [https://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/English_brochure_SDE+_2013_\(kleur_version\).pdf](https://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/English_brochure_SDE+_2013_(kleur_version).pdf)

The EU climate and energy package. 2012. Euroopan komission julkaisemaa tietoa EU:n ilmasto- ja energiapolitiikasta. Viitattu 11.7.2013. http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

The EU Emissions Trading System. 2013. Euroopan komission julkaisemaa tietoa päästökaupasta. Viitattu 11.7.2013. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

UK coal. n.d. World coal statistics. Tilastoja Iso-Britannian kivihiilen käytöstä, tuotannosta ja tuonnista. Viitattu 27.6.2013. <http://www.ukcoal.com/why-coal/need-for-coal/world-coal-statistics>

Uusiutuvan sähkön tuki polttoaineyksikköä kohden

Maat myöntävät tuotantotukia uusiutuvalle sähkölle, ja tuen määrä polttoaineyksikköä kohden täytyy laskea laitoksen hyötysuhteen avulla. Polttoainemäärä, joka tarvitaan tietyn sähkömäärän tuottamiseen, voidaan laskea voimalaitoksen hyötysuhteen avulla kaavalla 1.

$$E_{\text{polttoaine}} = \frac{E_{\text{sähkö}}}{\eta_{\text{voimalaitos}}} \quad [1]$$

$E_{\text{polttoaine}}$ = polttoaine – energia [MWh]

$E_{\text{sähkö}}$ = sähköenergia [MWh]

$\eta_{\text{voimalaitos}}$ = voimalaitoksen hyötysuhde

Maiden tuet ilmoitetaan yleensä muodossa:

$$Tuki \text{ [€/MWh}_{\text{sähkö}}] = \frac{a}{E_{\text{sähkö}}} \quad [2]$$

a = hinta [€]

Tuet halutaan kuitenkin muuttaa muotoon:

$$Tuki \text{ [€/MWh}_{\text{polttoaine}}] = \frac{a}{E_{\text{polttoaine}}} \quad [3]$$

Se onnistuu kaavoilla 1 ja 2.

$$Tuki \text{ [€/MWh}_{\text{polttoaine}}] = \frac{a}{\frac{E_{\text{sähkö}}}{\eta_{\text{voimalaitos}}}} = \frac{a}{E_{\text{sähkö}}} \cdot \eta_{\text{voimalaitos}}$$

$$Tuki \text{ [€/MWh}_{\text{polttoaine}}] = Tuki \text{ [€/MWh}_{\text{sähkö}}] \cdot \eta_{\text{voimalaitos}} \quad [4]$$

Kaavalla 4 on laskettu kaikkien raportin maiden tuet polttoaine-energiaa kohden.

Päästöoikeuden hinnan muuttaminen polttoaineyksikköä kohden

Voimalaitokset hankkivat päästöoikeuden jokaista tuottamaansa hiilidioksiditonnia kohden. Kivihiilen ominaispäästökerroin on 94,6 g_{CO2}/MJ eli 0,34056 t_{CO2}/MWh. Tämä tarkoittaa, että polttaessa MWh kivihiiltä syntyy 0,34056 tonnia hiilidioksidia, eli tätä varten on hankittava 0,34056 päästöoikeutta.

Päästöoikeuden hinta MWh:a kivihiiltä kohden saadaan siis kertomalla päästöoikeuden hinta kivihiilen ominaispäästökertoimella.

$$\begin{aligned} \text{Päästöoikeus [€/MWh}_{\text{kivihiili}}] \\ = \text{Päästöoikeus [€/t}_{\text{CO}_2}] \cdot \text{ominaispäästökerroin [t}_{\text{CO}_2}\text{/MWh}_{\text{kivihiili}}] \end{aligned}$$