



Open your mind. LUT.

Lappeenranta University of Technology

**Lappeenrannan teknillinen yliopisto**

School of Business & Management

Kandidaatintutkielma

Talousjohtaminen

# **Tuulivoiman syöttötariffijärjestelmän kritiikki ja vaikutukset investointeihin Suomessa**

Feed-in tariff: criticism and impacts on wind power investments in Finland

10.12.2015

Jarkko Sillanpää  
Ohjaaja: Maija Hujala

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	1
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset .....	3
1.2	Tutkimuksen rajaukset .....	3
1.3	Tutkimusmenetelmä ja – aineisto .....	3
1.4	Tutkimuksen rakenne .....	4
2	EUROOPAN UNIONIN ILMASTOTAVOITTEET .....	5
3	TUULIVOIMA SUOMESSA .....	6
4	SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ.....	10
4.1	Erilaisia syöttötariffijärjestelmiä ja muita tukimuotoja .....	11
4.1.1	Kiinteähintainen syöttötariffi.....	12
4.1.2	Takuuhinta.....	13
4.1.3	Hintapreemiojärjestelmä .....	14
4.1.4	Markkinaehtoinen takuuhintajärjestelmä .....	15
4.1.5	Vihreät sertifikaatit.....	16
4.2	Syöttötariffijärjestelmä Suomessa .....	17
4.3	Järjestelmään hyväksymisen ehdot, todentaminen ja hakeminen.....	18
5	TARIFFIEN VAIKUTUKSET INVESTOINTEIHIN SUOMESSA .....	21
6	KRITIIKKI JÄRJESTELMÄÄ KOHTAAN .....	24
6.1	Syöttötariffijärjestelmän kustannukset .....	24
6.2	Tuulivoimayhtiöiden kannattavuus Suomessa .....	28
6.3	Tuulivoiman kannattavuus .....	30
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
	LÄHDELUETTELO .....	38

## KUVIO-, TAULUKKO- JA KAAVIOLUETTELO

Kuva 1. Uusiutuvien energialähteiden tavoite vuodelle 2020. ....	5
Kuva 2. Suomen sähkön hankinta energialähteittäin 2014. ....	6
Kuva 3. Tuulen keskinopeus 100 metrin korkeudella. ....	7
Kuva 4. Suomen tuulivoimatuotannon vuosi- ja kuukausitilasto. ....	8
Kuva 5. Asennettu tuulivoimakapasiteetti vuosien 2006–2014 välillä. ....	9
Kuva 6. Kiinteähintainen tariffi. ....	12
Kuva 7. Takuuhintajärjestelmä. Hintakatto 77 €/MWh ja hintalattia 55 €/MWh. ....	13
Kuva 8. Hintapremiojärjestelmä. ....	14
Kuva 9. Markkinaehtoinen takuuhintajärjestelmä. ....	15
Kuva 10. Vihreiden sertifikaattien muodostuminen. ....	16
Kuva 11. Markkinaehtoisen takuuhintaan perustuvan syöttötariffin periaate. ....	17
Kuva 12. Syöttötariffijärjestelmän toimintaperiaate. ....	18
Kuva 13. Tuulivoiman kiintiölaskuri (tilanne 17.11.2015). ....	22
Kuva 14. Nykyiset laitokset ja suunnitteilla olevat tuulivoimahankkeet. ....	23
Kuva 15. Sähkön kolmen kuukauden keskimääräinen markkinahinta verrattuna alustavaan arvioon 50€/MWh. ....	25
Kuva 16. Maksetut syöttötariffit. ....	26
Kuva 17. Arvio syöttötariffijärjestelmän kustannuksista vuonna 2020 eri sähkön markkinahinnoilla 4,9 TWh tuotannolla. ....	27
Kuva 18. Tuulivoimayhtiöiden liikevoittoprosentteja vuonna 2014. ....	29
Kuva 19. Eri voimalaitostyyppien sähkön tuotantokustannukset päästöoikeuden hinnalla 23 €/tCO <sub>2</sub> . ....	30
Kuva 20. Vuoden 2014 syöttötariffijärjestelmän piirissä olevien tuulivoimaloiden huipunkäyttöajat suuruusjärjestyksessä. ....	31
Kuva 21. 5 MW tuulivoimalan tuotantokustannuksen riippuvuus huipunkäyttöajasta. ....	33
Taulukko 1. Uusituvan sähkön ja lämmöntuotannon keskeisimmät tukijärjestelmät Euroopan Unionissa. ....	11
Taulukko 2. Tuulivoimaloiden suorituskyky- ja kustannustietoja. Hintataso 3/2012. ....	32

## 1 JOHDANTO

Suomelle on asetettu Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksellä 406/2009/EY tavoitteeksi vähentää kasvihuonepäästöjen määrää 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 tasosta. Tämän lisäksi Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY velvoittaa Euroopan unionin jäsenmaat nostamaan vuoteen 2020 mennessä uusiutuvien energialähteiden osuutta kokonaiskulutuksesta 20 prosenttiin EU-tasolla. Jokaiselle jäsenmaalle on asetettu omat tavoitteet EU-tasolta. Uusiutuvien energialähteiden syöttötariffijärjestelmien avulla ympäri Eurooppaan on pyritty pääsemään annettuihin tavoitteisiin lisäämällä uusiutuvien energialähteiden investointeja. Suomessa uusiutuvien energialähteiden osuuden on oltava 38 % energian loppukulutuksesta ja tämän lisäksi Suomen tulee parantaa energiatehokkuutta 20 prosentilla vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. (Marja-Aho 2011, 1-2)

Syöttötariffijärjestelmä on otettu käyttöön Suomessa vuonna 2011 valtioneuvoston esityksen pohjalta. Järjestelmän tavoitteena on edistää uusituvan energian sähköntuotantoa Suomessa ja päästä annettuihin tavoitteisiin uusituvan energian lisäämiseksi. Tuulivoiman osalta syöttötariffijärjestelmän tukien avulla taataan tuulivoiman tuottajille 12 vuodeksi 83,50 € jokaiselta tuotetulta megawattitunnilta (Tuotantotukilaki 1396/2010). Valtio maksaa tuulivoiman tuottajille sähkön markkinahinnan ja takuuhinnan välisen erotuksen. Tuulivoiman rakentaminen on kasvanut huomattavasti järjestelmän käyttöönoton vaikutuksesta, mikä on Suomen uusituvan energian lisäämisen kannalta erinomainen asia. Ennen syöttötariffijärjestelmän käyttöönottoa keväällä 2011 tuulivoima osuus tuotetusta sähköstä oli ainoastaan 0,3 prosenttia. Tällä hetkellä osuus sähkön tuotannosta on noussut 2,5 prosenttiin. (Hallituksen esitys HE 15/2015)

Suomessa voimassa oleva tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä on kohdannut kuitenkin suurta kritiikkiä niin poliitikkojen, kuin kansalaisten keskuudessa. Järjestelmä oli useiden puolueiden leikkauslistalla vuoden 2015 eduskuntavaalien aikana sekä tällä hetkellä kun pyritään leikkaamaan valtion kustannuksia tiukentuneessa taloustilanteessa. Journalistit ovat kritisoineet järjestelmän kustannuksia tavalliselle veronmaksajalle ja hyödyn ovat saaneet tuulivoimayhtiöt, joiden liikevoittoprosentit

ovat olleet huomattavan korkeita, jopa 65 prosenttia. Syöttötariffijärjestelmä tulee eräiden arvioiden mukaan maksamaan veronmaksajille 3 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä (Harola 2015). Vaikeassa taloudellisessa tilanteessa erilaisten valtiontukien maksaminen on ylipäättään kohdannut vastustusta, mutta tuulivoiman kohdalla vastustus on ollut erityisen kovaäänistä.

Syöttötariffijärjestelmän voittajia ovat olleet yritykset, jotka ovat päässeet aikaisessa vaiheessa mukaan järjestelmään. Monet yritykset ovat saaneet tukia miljoonia euroja vuodessa ja yritykset ovat olleet erityisen kannattavia tukien ansiosta. Järjestelmän suunnittelussa syöttötariffi asetettiin monien mielestä liian korkealle ja monet sijoittajat ryhtyivät rakentamaan tuulivoimaloita nopeaan tahtiin. Investoinnit eivät ole kohdistuneet parhaalla mahdollisella tavalla, sillä monet investoineista on tehty nopealla aikataululla. Tämän takana on ollut hallituksen ilmoitus syöttötariffijärjestelmän piiriin pääsevien yritysten kapasiteetin mahdollisesta vähentämisestä syksyllä 2014. Tuulivoiman rakentaminen on keskittynyt vahvasti rannikoille, jossa on paremmat tuuliolosuhteet tuulivoimalle kuin sisämaassa.

Hallitus antoi esityksen syyskuun alussa 2015 syöttötariffijärjestelmän hallitusta sulkemisesta, sillä järjestelmästä aiheutuvat kustannukset ovat kasvaneet huomattavasti alustavista arvioista vuodelta 2010. Hallituksen ilmoitus syöttötariffijärjestelmän tukimäärän leikkaamisesta aiheutti syksyn 2014 aikana suuren hakemusten määrän kasvun järjestelmään, jonka seurauksena lähivuosien kustannukset tulevat kasvamaan merkittävästi. Tämän lisäksi sähkön keskimääräinen markkinahinta on ollut vuosien 2012–2014 välillä 30,85–42,70 €/MWh. Syöttötariffijärjestelmän suunnitteluvaiheessa sähkön kolmen kuukauden markkinahinnan arvioitiin olevan 48–50 €/MWh. Tämän seurauksena syöttötariffien kustannukset ovat kasvaneet valtiolle. Alustavien arvioiden mukaan järjestelmän kustannukset olisivat olleet vuonna 2020 noin 200 miljoonaa euroa vuodessa, mutta muuttuneiden tilanteiden johdosta kustannukset ovat kasvaneet jopa 300 miljoonaan euroon. (Hallituksen esitys 15/2015)

Tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä on mielenkiintoinen tutkimusaihe, sillä järjestelmän tilanne on muuttunut useita kertoja viimeisten kuukausien aikana.

Aiheesta on keskusteltu julkisuudessa paljon ja hallitus on joutunut myöntämään järjestelmän suunnittelun olleen puutteellinen.

### **1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset**

Tämän tutkimuksen tavoitteena on hahmottaa millaista kritiikkiä tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä on kohdannut sekä miten syöttötariffijärjestelmän käyttöönotto on vaikuttanut tuulivoiman investointeihin Suomessa. Lisäksi tutkitaan tuulivoiman kannattavuutta ilman syöttötariffeja. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat;

- Millaista kritiikkiä Suomen tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä on kohdannut?
- Miten tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä on vaikuttanut tuulivoiman investointeihin Suomessa?
- Onko tuulivoima kannattavaa Suomessa ilman syöttötariffia?

### **1.2 Tutkimuksen rajaukset**

Tässä tutkimuksessa keskitytään ainoastaan tuulivoima syöttötariffeihin. Muiden uusituvan energiamuotojen syöttötariffit on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Tutkimuksessa keskitytään pohtimaan tilannetta Suomen näkökulmasta. Tarkoituksena on tarkastella millaista kritiikkiä syöttötariffijärjestelmä on kohdannut nimenomaan Suomessa sekä miten investoinnit ovat kasvaneet Suomen alueella. Tuulivoimayhtiöiden kannattavuuden arvioinnissa on keskitytty ainoastaan yksityisiin ja julkisiin osakeyhtiöihin, sillä tilinpäätösinformaation saaminen toiminimiltä ja kommandiittiyhtiöiltä on puutteellista.

### **1.3 Tutkimusmenetelmä ja – aineisto**

Tutkimuksessa pohjaututaan aineistossa tieteellisiin artikkeleihin, hallituksen esityksiin ja lakeihin sekä julkisuudessa esiintyneisiin kirjoituksiin aiheesta. Aineistoa on myös kerätty tilinpäätöstietokannoista, joiden pohjalta on tutkittu tuulivoima-alan eri yritysten kannattavuutta. Energiamarkkinaviraston ylläpitämästä tuotantotuen sähköisestä asiointijärjestelmästä (SATU) on haettu syöttötariffijärjestelmän piirissä olevien yritysten tietoja, kuten maksettuja tuotantotukia.

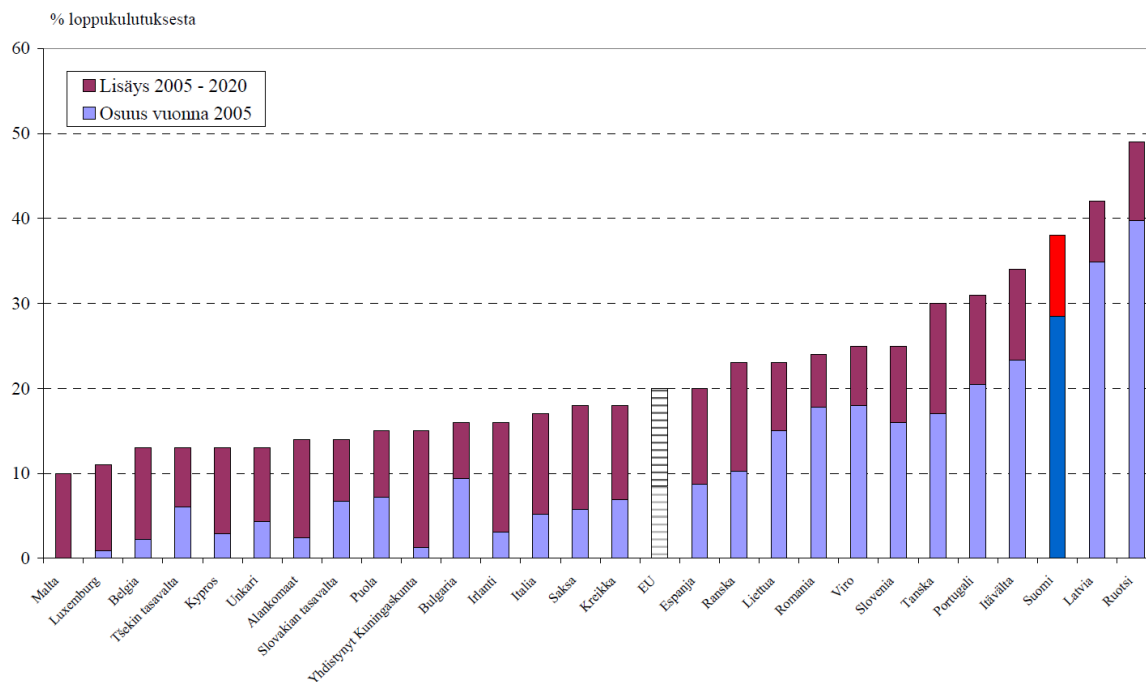
## 1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus koostuu teoriaosiosta ja empiriaosiosta. Teoreettinen osuus alkaa Euroopan Unionin ilmastotavoitteen tarkastelulla. Tämän jälkeen esitellään tuulivoimaa Suomessa. Osiossa käsitellään tuulivoiman kapasiteetin kehitystä Suomessa ja vertaillaan sitä muiden maiden kehitykseen. Teoriaosuudessa käydään tämän jälkeen syöttötariffijärjestelmien teoriaa ja erilaisia malleja, joita on käytössä Euroopassa. Lopuksi esitellään Suomessa käytössä oleva syöttötariffijärjestelmän yleispiirteet tuulivoiman osalta. Teoriaosuus perustuu alan kirjallisuuteen sekä viranomaislähteisiin.

Teoreettisen osion jälkeen tutkitaan syöttötariffijärjestelmän käyttöönoton vaikutuksia tuulivoiman investointeihin Suomessa sekä tutkitaan kuinka kapasiteetti on kasvanut ja mihin investoinnit ovat keskittyneet Suomessa. Lopuksi tutkitaan Suomen syöttötariffijärjestelmän kohtaamaa kritiikkiä. Ensimmäiseksi otetaan kantaa syöttötariffijärjestelmän kasvaneisiin kustannuksiin ja mitkä tekijät ovat johtaneet tilanteeseen. Tutkimuksen lopuksi tarkastellaan Suomessa toimivien tuulivoimayhtiöiden kannattavuutta vuonna 2014. Osiossa esitellään tuulivoimayhtiöiden liikevoittoprosentteja sekä tutkitaan tuulivoiman kannattavuutta ilman syöttötariffijärjestelmää. Kannattavuuden tutkinnassa on hyväksikäytetty aikaisempaa kustannuslaskentaa tuulivoiman osalta. Tutkimuksen päättää yhteenveto, jossa käydään läpi tutkimuksen pääasiat.

## 2 EUROOPAN UNIONIN ILMASTOTAVOITTEET

Euroopan Unionissa on otettu määrätietoinen tavoite uusituvan energian lisäämiseksi Euroopassa. Vuonna 2008 Euroopan unionin hyväksymässä ilmasto- ja energiapaketissa asetettiin selvät tavoitteet vuodelle 2020. Tavoitteiden mukaisesti jäsenmaiden tulee vähentää kasvihuonepäästöjä 20 prosentilla vuoteen 1990 verrattuna. Lisäksi koko EU:n uusituvan energialähteiden osuus nousee 20 prosenttiin loppukulutuksesta sekä energiatehokkuutta parannetaan keskimäärin 20 prosentilla verrattuna kehitykseen, joka tapahtuisi ilman uusia toimenpiteitä. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 14) Vuonna 2009 Euroopan Unioni hyväksyi uusituvia energialähteitä koskevan direktiivin 2009/28/EY. Jokaiselle jäsenvaltiolle on direktiivin pohjalta asetettu omat sitovat kansalliset tavoitteet, joiden avulla koko Euroopan tasolla päästään ennalta sovittuihin tavoitteisiin. Kuvassa 1 on esitetty jokaiselle jäsenvaltiolle asetetut tavoitteet uusituvan energian loppukulutuksen osuudeksi vuodeksi 2020. Kuvasta 1 nähdään, että Suomelle on asetettu tavoitteeksi, että uusituvan energian osuus loppukulutuksesta on 38 prosenttia vuonna 2020.

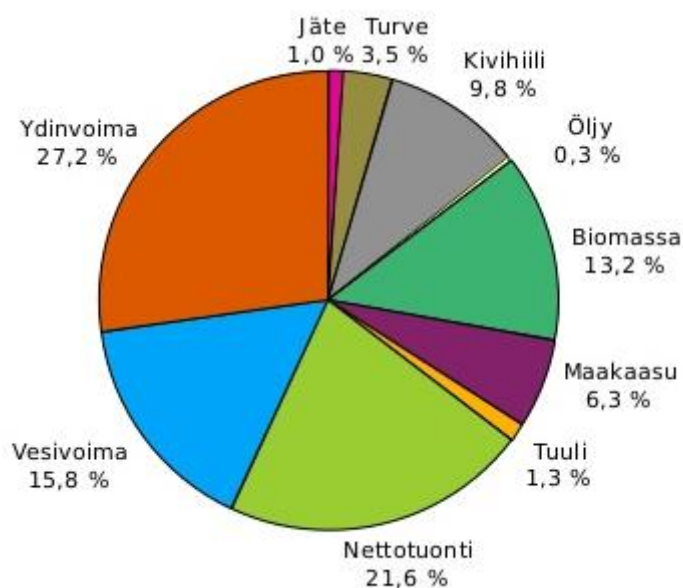


Kuva 1. Uusiutuvien energialähteiden tavoite vuodelle 2020. (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008)

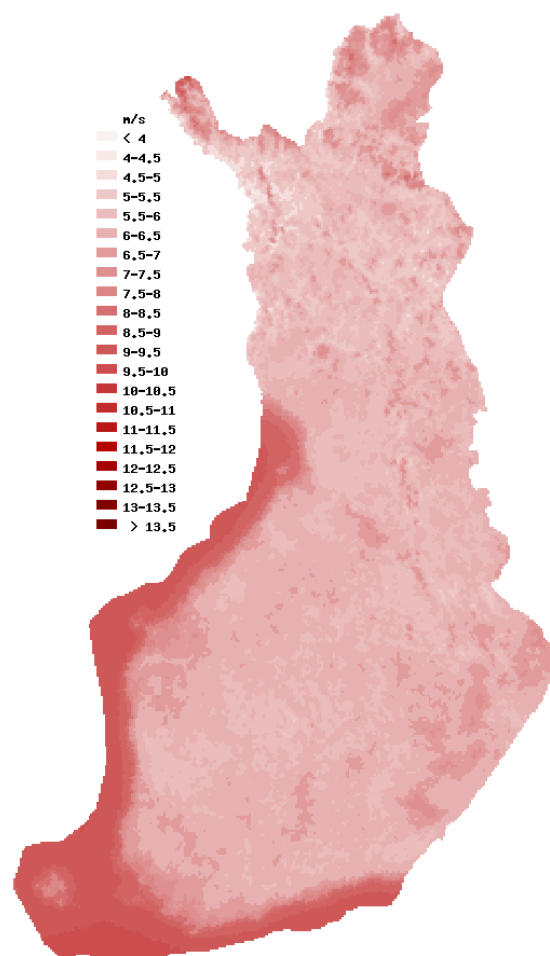


### 3 TUULIVOIMA SUOMESSA

Tuulivoiman osuus Suomen sähkön hankinnasta on toistaiseksi melko pieni. Kuvassa 2 on esitetty Suomen sähkön hankinta energialähteittäin vuonna 2014. Kuvasta 2 nähdään, että vuonna 2014 tuulivoiman osuus oli ainoastaan 1,3 prosenttia, se on kuitenkin kasvanut vuoteen 2015 mennessä 2,5 prosenttiin sähkön tuotannosta. Suomessa sähköntuotanto perustuu suurelta osin fossiilisiin polttoaineisiin pohjautuvaan yhteistuotantoon, ydinvoimaan sekä vesivoimaan. Tuulivoiman osuuden odotetaan kasvavan vuoteen 2020 mennessä noin 5 - 6 prosenttiin sähkön hankinnasta, jolloin tuulivoimakapasiteettia olisi 2500 MW (HE 15/2015).



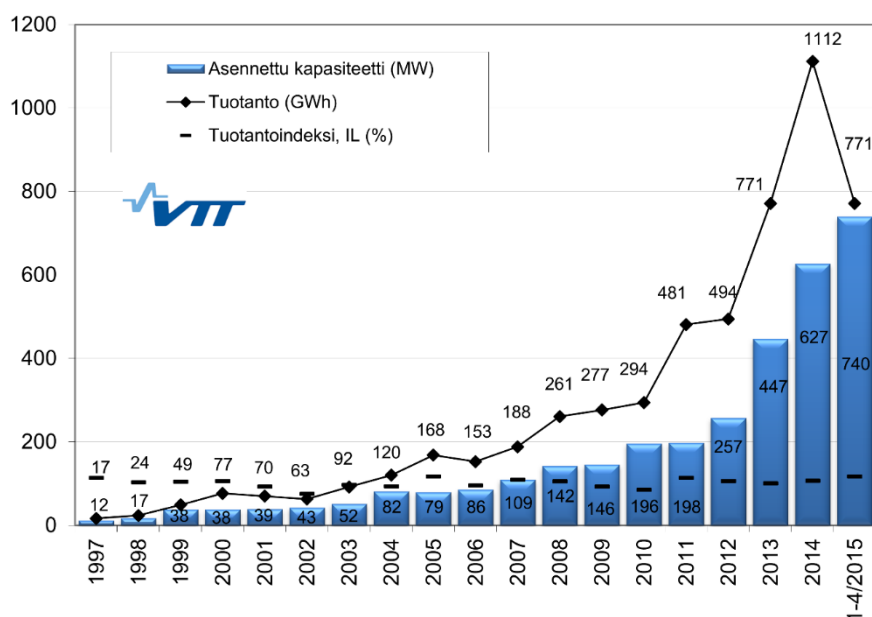
Kuva 2. Suomen sähkön hankinta energialähteittäin 2014. (Energiateollisuus 2015a)



Kuva 3. Tuulen keskinopeus 100 metrin korkeudella. (Tuuliatlas 2015)

Tuulivoiman investointien suunnittelun tueksi Suomen tuulitiedoista on kerätty informaatiota julkiseen Tuuliatlas-järjestelmään. Järjestelmässä on simuloitu 72 kuukauden todelliset säätilanteet Suomessa ja järjestelmän avulla voidaan tarkastella tuulen nopeuksia eri korkeuksilla. Tämän kaltainen informaatio on erityisen tärkeää tuulivoimaloiden suunnitteluvaiheessa. (Tuuliatlas 2015) Kuvassa 3 on kuvattu tuulen keskinopeus 100 metrin korkeudessa Suomessa. Mitä tummempi alue on kuvassa, sitä suurempi on tuulen keskinopeus alueella. Kuvasta 3 voidaan todeta, että rannikoilla tuulen keskinopeus on suurempi kuin sisämaassa. Tuulivoimaloiden sijoittuminen on keskittynyt Suomessa nimenomaan rannikoille parempien tuuliolosuhteiden seurauksena.

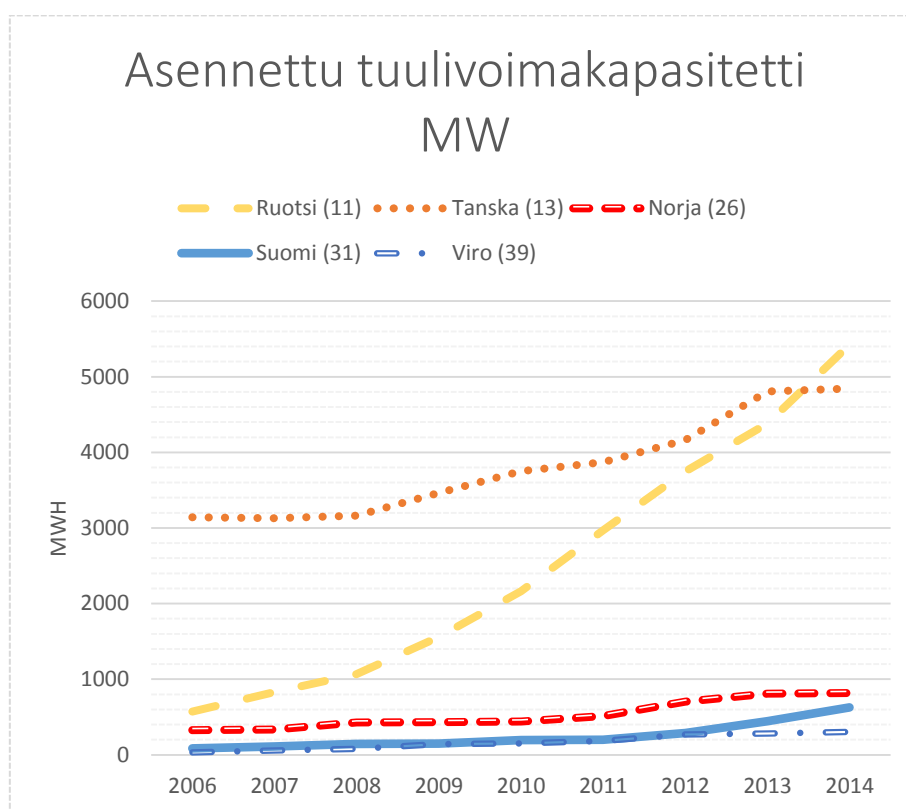
Suomen ensimmäinen tuulivoimala Kopparnäs otettiin käyttöön vuonna 1986. Tuulivoimalaa käytettiin ainoastaan tutkimuskäyttöön ja sen koko oli vaatimaton 300 kW. Tuulivoimalaitoksen omistajana toimi Fortum Power and Heat Oy. (Holttinen & Kiviluoma 2000, 9-10) Kuvassa 4 esitetään Suomen tuulivoimatuotanto vuosi- ja kuukausitulastona. Kuvasta 4 nähdään, että vuonna 1997 Suomessa oli asennettua kapasiteettia ainoastaan 12 MW eikä tuulivoiman kapasiteetti kasvanut merkittävästi ennen vuotta 2011, jolloin syöttötariffijärjestelmä otettiin käyttöön.



Kuva 4. Suomen tuulivoimatuotannon vuosi- ja kuukausitulasto. (VTT 2015a)

Tuulivoiman tuotannossa on vaihteluita, vaikka peräkkäisten vuosien kapasiteetti on kasvanut. Tämä johtuu muuttuvista tuuliolosuhteista vuoden aikana. Kuvasta 4 nähdään, että erityisesti vuosien 2000–2002 tuuliolosuhteet olivat poikkeuksellisen heikot ja tuulisähkön tuotanto laski kyseisellä aikavälillä, vaikka asennettu kapasiteetti kasvoi. Vuoden 2006 tuotanto on jäänyt myös edellistä vuotta pienemmäksi heikon tuulisuuden seurauksena. Kapasiteetin kasvusta (kuva 4) voidaan nähdä, että vuosien 2010 ja 2011 aikana kapasiteettiin ei ole tapahtunut muutosta. Investoijat ovat tällöin odottaneet uuden syöttötariffijärjestelmän julkaisemista ja monet hankkeet oli jäädytetty siksi aikaa.

Kuvassa 5 on esitetty Ruotsin, Tanskan, Norjan, Suomen ja Viron tuulivoimakapasiteetin kehitystä vuosien 2006 ja 2014 välillä. Kuvasta 5 voidaan todeta, että Ruotsi ja Tanska ovat tehneet suuria investointeja tuulivoimaan näiden vuosien aikana. Ruotsi oli vuonna 2014 maailman 11 suurin tuulivoiman tuottaja kapasiteetilla mitattuna, kun Suomi oli sijalla 31. Ruotsissa tuulivoima on kasvanut erityisen nopealla tahdilla ja se ohitti asennetussa kapasiteetissa Tanskan vuonna 2011. Suomessa tuulivoimakapasiteetti on kuitenkin kasvanut huomattavasti viimeisten vuosien aikana, vaikka kehitys ei ole ollut yhtä nopeaa kuin Ruotsissa. Vuonna 2006 Suomessa oli asennettua kapasiteettia 86 MW, mutta vuoteen 2014 mennessä määrä on lähes yhdeksänkertaistunut 740 MW:iin.



Kuva 5. Asennettu tuulivoimakapasiteetti vuosien 2006–2014 välillä. (Data: EWEA Staff)

#### 4 SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ

Syöttötariffilla tarkoitetaan tukea, joka maksetaan sähköverkkoon syötetylle sähkölle, jonka maksajana ovat sähkön kuluttajat. Tällä hetkellä syöttötariffijärjestelmä on käytössä yli 20 EU-maassa. Järjestelmä voidaan toteuttaa usealla toisistaan poikkeavalla tavalla, kuten esimerkiksi kiinteähintaisena, takuuhintaisena, preemiolla sekä näiden yhdistelmillä. Lisäksi on käytössä erilaisia investointeihin liittyviä tukia sekä niin kutsuttuja vihreitä sertifikaatteja. Nämä järjestelmät eroavat toisistaan erityisesti siinä, miten sähkön markkinahinnan vaihtelusta seuraava hintariski jaetaan sähkön tuottajien ja kuluttajien kesken. (Marja-Aho 2011, 4-5)

Syöttötariffijärjestelmän hyvänä puolena voidaan pitää tuottajalle koituvaa sähkön markkinahinnan vaihtelusta tai myynnistä aiheutuvan riskin pienentymistä. Tuottajat pystyvät ennustamaan tuottojaan pitkälle aikavälille, sillä tukien määrä on usein kiinteä. Tämän odotetaan pienentävän tuottajien odottamaa voittomarginaalia pitkällä aikavälillä. Huonoksi puoleksi voidaan mainita järjestelmän turvallisuus tuottajia kohtaan, sillä tuottajiin ei kohdistu markkinapainetta tehostaa omaa toimintaansa. Tuottajille on yleensä taattu tietty voittotaso, joka ei vaihtelee merkittävästi. Lisäksi tuottaja ei ole vastuussa sähkön taseen hoitamisesta, sillä yleensä tasetta hoitava taho joutuu vastaanottomaan tuulivoimalla tuotetun sähkön ja säätelemään koko järjestelmän tasetta säätövoimalla. (Marja-Aho 2011, 4-5).

Syöttötariffijärjestelmän implementointia pidetään parhaana mahdollisena keinona kasvattaa uusiutuvan energian investointeja (Mendonca 2007). Syöttötariffien avulla voidaan luoda investointeja alhaisemmilla kustannuksilla ja tehokkaammin, kuin muilla keinoilla (Rickerson, Sawin & Gracem 2007). Euroopan komission tekemän tutkimuksen mukaan oikein implementoitu syöttötariffijärjestelmä on tehokkain keino lisätä uusiutuvan energian investointeja. (European Commission 2008)

#### 4.1 Erilaisia syöttötariffijärjestelmiä ja muita tukimuotoja

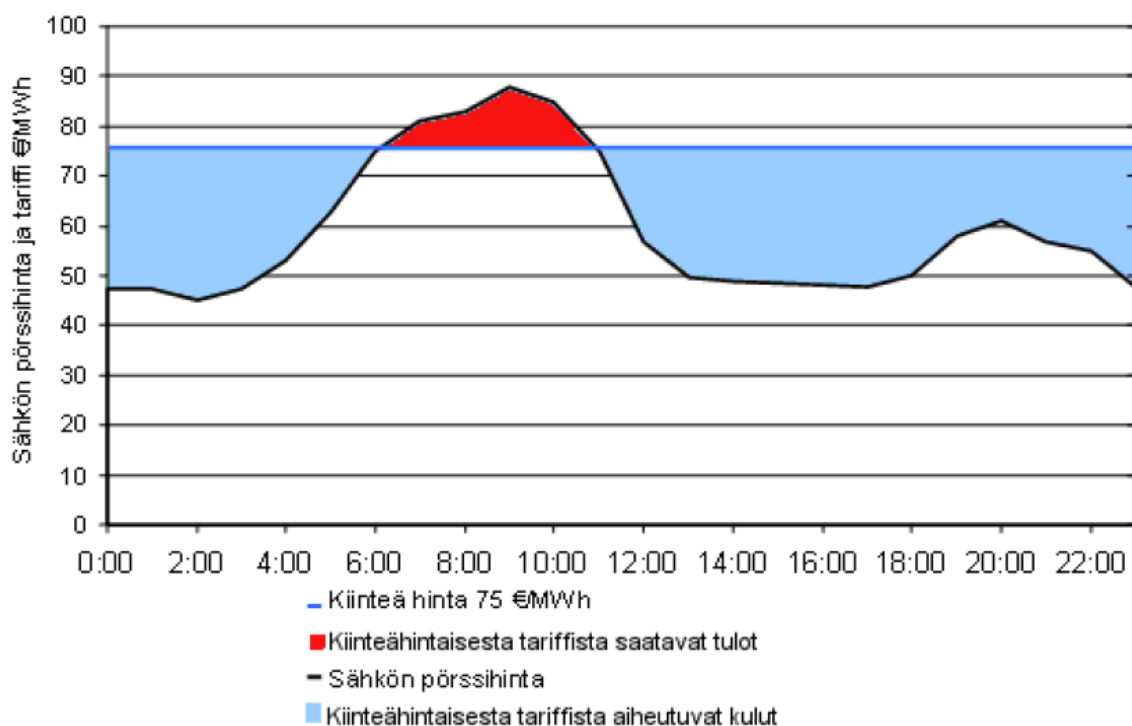
Euroopassa on käytössä useita eri menetelmiä tuulivoiman tukemiseksi. Euroopan Unionin alueella käytettävät tukimenetelmät eroavat toisistaan hyvin paljon eri maittain. Vaikka useat maat käyttävät samaa menetelmää tuen myöntämiseksi, niin jokaisella maalla on omat ominaispiirteensä menetelmän toteuttamiseksi, mutta tukimalleista on nähtävissä selvät pääpiirteet eri maiden välillä. Taulukossa 1 on koottu vuoden 2011 tilastoihin perustuen eri Euroopan Unionin maissa käytetyt menetelmät uusituvan sähkön ja lämmöntuotannon tukijärjestelmistä. Taulukosta 1 voidaan todeta, että yleisin käytetty tukimenetelmä on kiinteähintainen syöttötariffijärjestelmä. Tämä järjestelmä oli käytössä 22 maassa vuonna 2011. Muita tärkeimpiä tukimenetelmiä ovat syöttöpreemiot sekä vihreät sertifikaatit. Taulukosta 1 voidaan nähdä, että useassa maassa on käytössä useita eri menetelmiä samaan aikaan. Menetelmät ovat kuitenkin usein toisensa poissulkevia eli sähkön tuottaja pystyy hyödyntämään ainoastaan yhtä menetelmää kerralla. Taustalla on eri menetelmien hyödynnettävyys eri kokoluokan laitoksissa. Pienemmille tuottajille yleensä räätälöidään kiinteä syöttötariffijärjestelmä, sillä premio- ja sertifikaattijärjestelmä eivät sovi erittäin pienille tuottajille. Investointituet kohdistuvat pääosin lämmöntuotantoon eikä niinkään tuulivoiman tuotantoon. (Maija-Aho 2011)

Taulukko 1. Uusituvan sähkön ja lämmöntuotannon keskeisimmät tukijärjestelmät Euroopan Unionissa. (Maija-Aho 2011, 77)

Tukimenetelmä	AT	BE	BG	CY	CZ	DE	DK	EE	ES	FI	FR	GR	HU	IE
Kiinteähintainen	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Preemio					X		X	X	X	X				
Sertifikaatti		X												
Investointi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vero		X			X	X	X		X		X	X		X
Tukimenetelmä	IT	LT	LU	LV	MT	NL	PL	PT	RO	SE	SI	SK	UK	
Kiinteähintainen	X	X	X	X		X		X			X		X	
Preemio	X		X								X	X		
Sertifikaatti	X						X		X	X			X	
Investointi		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Vero	X	X					X			X			X	

#### 4.1.1 Kiinteähintainen syöttötariffi

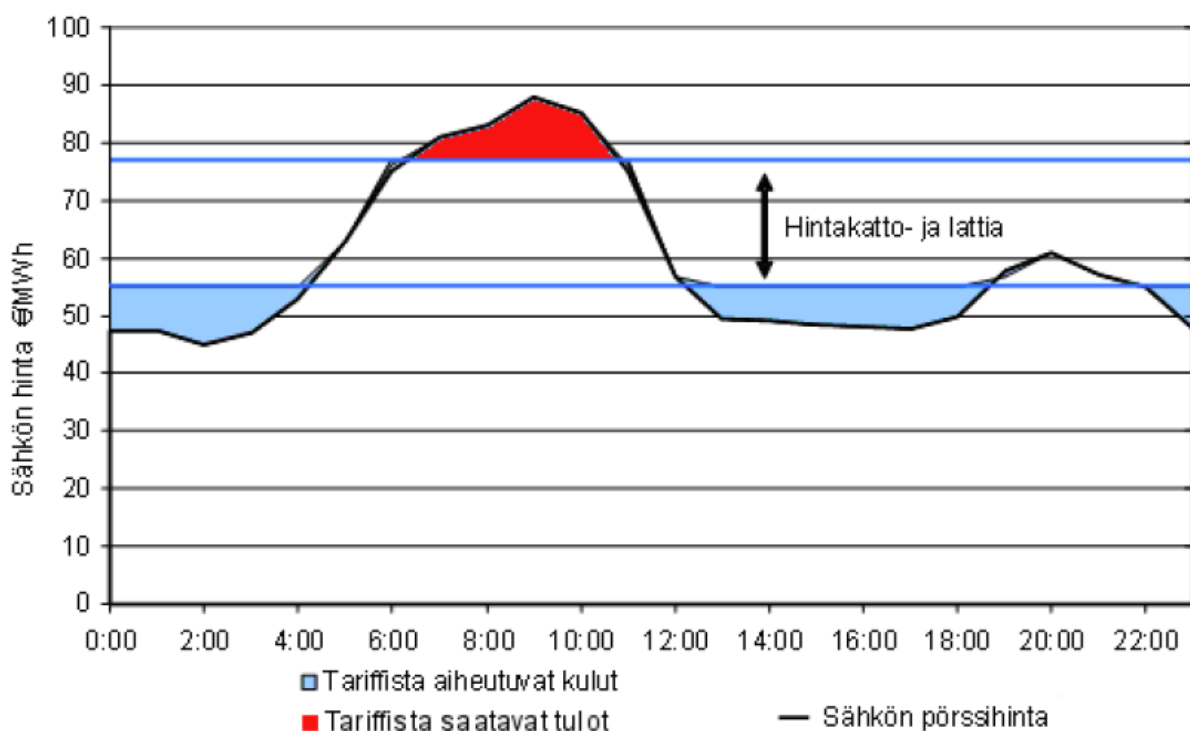
Kiinteähintaisessa syöttötariffijärjestelmässä tuulivoiman tuottajalle taataan ennalta sovittu hinta tuotetusta sähköstä. Tariffin osuus on markkinahinnan ja kiinteän tavoitehinnan erotus. Tuottajille maksettava tariffi kasvaa sähkön markkinahinnan laskiessa, kuten kuvasta 6 nähdään. (Couture & Gahnon 2010, 959) Kiinteähintaisessa järjestelmässä markkinahinnan vaihtelusta aiheutuvat riskit kohdistuvat syöttötariffin maksajalle. Tuottajalle on taattu tietty kiinteä hinta tuotannostaan. Järjestelmä ei kannusta tuottajia keskittämään omaa tuotantoaan markkinahinnan perusteella. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 16-17) Syöttötariffin määrittäminen kiinteähintaisesti on erityisen vaikeaa, sillä laatijalla tulee olla pitkän aikavälin ennuste markkinoiden, tuotantokustannusten sekä tuotantomäärien kehitymisestä. Mikäli syöttötariffi määritetään liian alhaiseksi, kannustinvaikutus jää odotettua alhaisemmaksi. Investoijille jää liian suuri riski omista hankkeistaan, jolloin haluttu investointien lisääntyminen jää saavuttamatta. Toisaalta mikäli syöttötariffi asetetaan liian korkeaksi, kustannukset järjestelmästä kasvavat. (Marja-Aho 2011, 4-5)



Kuva 6. Kiinteähintainen tariffi. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 17)

#### 4.1.2 Takuuhinta

Takuuhintajärjestelmän tarkoituksena on taata tuottajalle minimihinta tuotetusta sähköstä. Mikäli sähkön markkinahinta on alhaisempi kuin järjestelmään määritetty minimihinta, niin tuottajalle maksetaan markkinahinnan ja minimihinnan välinen erotus tariffina. Toisaalta mikäli markkinahinta on korkeampi kuin minimihinta, tuottaja saa ainoastaan markkinahinnan tuottamastaan sähköstä ja tariffia ei tarvitse maksaa. Järjestelmään voidaan luoda myös maksimihinta. Markkinahinnan ylittäessä maksimihinnan, tästä syntyvä tulo vähentää tulevia tariffimaksuja vastaavalla määrällä. Maksimi- ja minimihinnan ansiosta tuottajille maksettava korvaus vaihtelee rajatun vaihteluvälin sisällä. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 18-19)

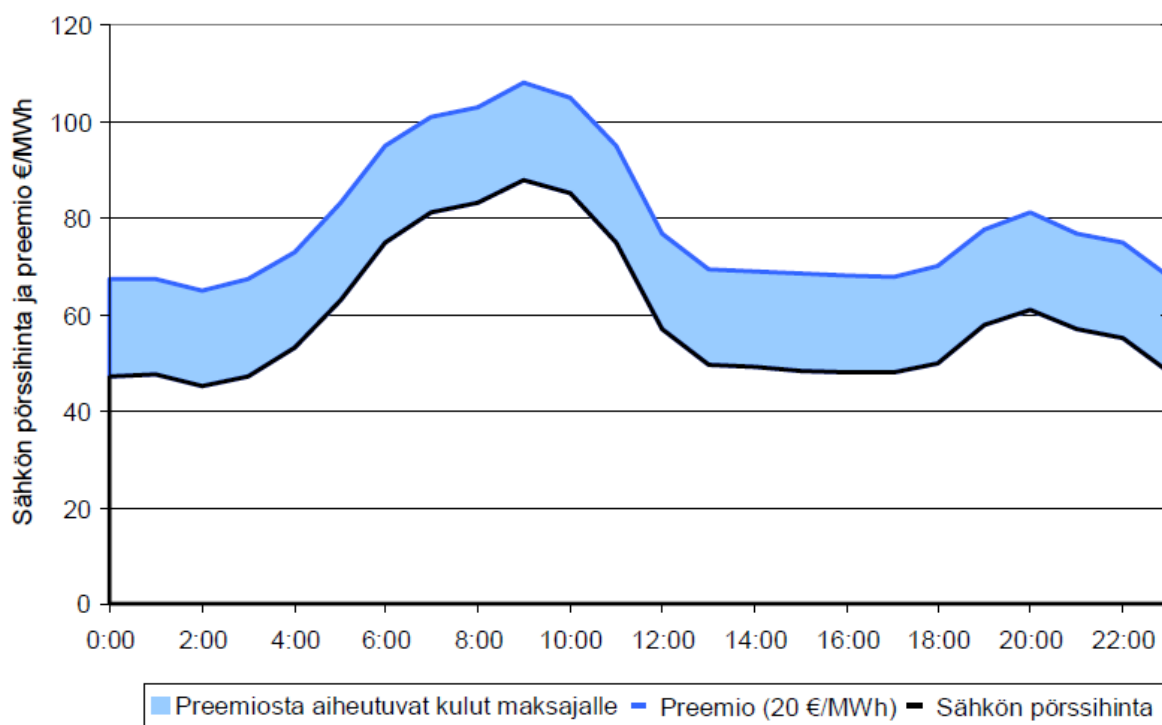


Kuva 7. Takuuhintajärjestelmä. Hintakatto 77 €/MWh ja hintalattia 55 €/MWh. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 19)



### 4.1.3 Hintapremiojärjestelmä

Kolmas vaihtoehto toteuttaa syöttötariffijärjestelmä on hintapremion avulla. Tässä vaihtoehdossa tuulivoiman tuottajalle maksetaan markkinoilla olevan sähkön hinnan lisäksi ennalta sovittu tuki eli premio. Premion voidaan esimerkiksi määrittää olevan tietty prosenttiosuus markkinahinnan päälle (Klein et al. 2007). Hintapremionjärjestelmässä tuottajien saama korvaus voi vaihdella suuresti vuoden aikana, mikä voi aiheuttaa markkinoille epävarmuutta investoijien keskuudessa (Couture & Gahnon 2010, 960). Premio-järjestelmässä hintariski siirtyy tuottajalle, sillä markkinahinta saattaa vaihdella suuresti eri ajankohtina. Premion arvo tulisi olla riittävän suuri, että investoijat luottaisivat tuoton odotusarvon tarpeeksi korkealle. Tämän odotusarvon tulisi olla suurempi kuin markkinahinnan vaihtelusta aiheutuva riski tuottajalle. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 18)

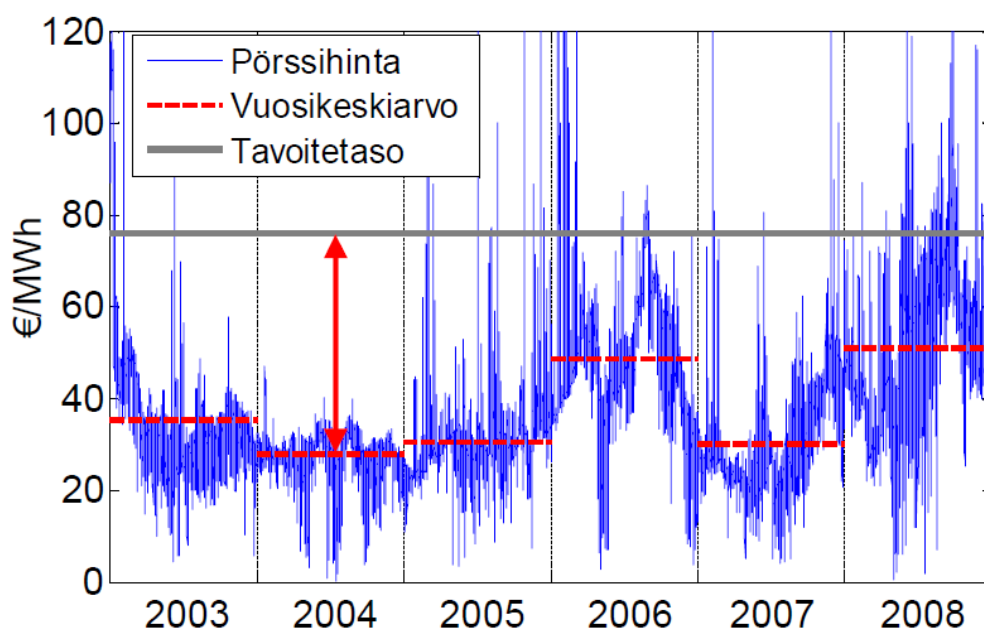


Kuva 8. Hintapremiojärjestelmä. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 18)

#### 4.1.4 Markkinaehtoinen takuuhintajärjestelmä

Markkinaehtoisessa takuuhintajärjestelmässä on yhdistelty ominaisuuksia takuuhinta- ja premiojärjestelmästä. Tarkoituksena on pyrkiä takaamaan tuulivoiman tuottajalle tasainen tulotaso. Tuottajan saadessa tasaista tuloa tuotetusta sähköstä riski sähkön markkinahinnan vaihteluista siirtyy tariffin maksajalle. Tämän seurauksena koko järjestelmän kustannukset laskevat tuottajan riskin pienentyessä. Alhaisemman riskitason ansiosta alhaisempi tariffitaso riittää tavoiteltujen inventointien saamiseksi. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 19)

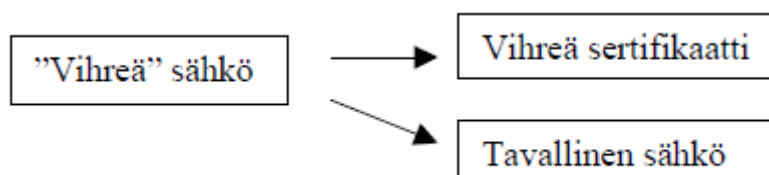
Markkinaehtoisessa takuuhintajärjestelmässä tuulivoiman tuottajat myyvät tuotetun sähkön normaalisti markkinoille. Tämän lisäksi tuottajalle maksetaan tariffi, joka määritetään ennalta sovintun takuuhinnan ja sähkön markkinahinnan vuosikeskiarvon erotuksena. Tariffi maksetaan tuottajille hänen vuoden aikana myymänsä sähkön määrän perusteella. Vuoden aikana tuottaja saa keskimäärin tavoitetason mukaista tuottoa tuotannolle. Tässä järjestelmässä tariffin maksajat hyötyvät sähkön markkinahinnan piikeistä vuoden aikana, sillä ne nostavat koko vuoden sähkön markkinahinnan keskiarvoa ja pienentävät näin tariffin määrää. Järjestelmässä voidaan määrittää myös eripituisia tariffijaksoja kuin vuoden mittainen. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 19)



Kuva 9. Markkinaehtoinen takuuhintajärjestelmä. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 19)

#### 4.1.5 Vihreät sertifikaatit

Vihreät sertifikaatit ovat yleistyneet Euroopassa viimeisten vuosien aikana. Järjestelmässä fyysinen sähkö ja uusituvan energian ympäristöominaisuudet erotetaan toisistaan. Näistä ympäristöominaisuuksista muodostetaan vihreä sertifikaatti, joita myydään niitä varten muodostetuille markkinoille. Yleisen käytännön mukaan uusituvan energian tuottaja saa yhdestä tuotetusta megawattitunnista yhden vihreän sertifikaatin. Sertifikaatin avulla tuottaja voi todistaa, että hänen tuottamansa sähkö on tuotettu uusituvalla energialla. Sähkön tuottaja myy normaalisti tuottamansa sähkön markkinoille markkinahinnalla, jonka lisäksi hän voi ansaita lisätuloja myymällä vihreitä sertifikaatteja niille kehitetyillä erillisillä markkinoilla. (Aarnos 2002, 4-5; Ringel 2006, 8-9)



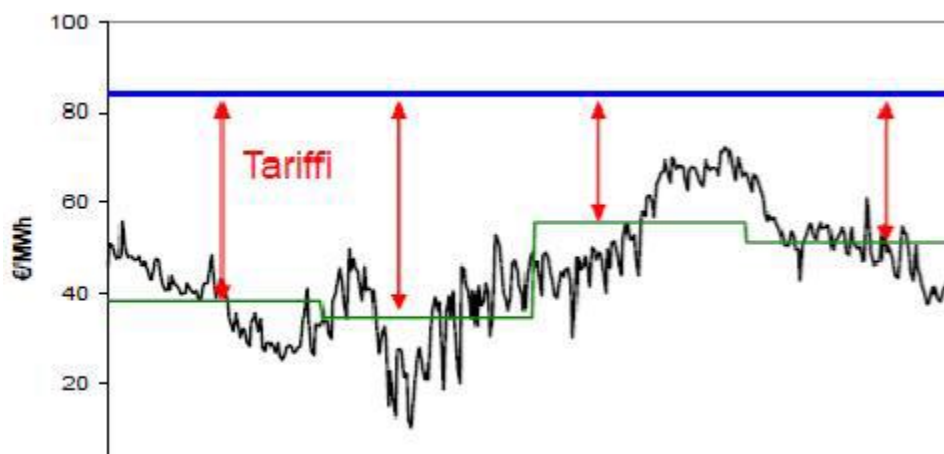
Kuva 10. Vihreiden sertifikaattien muodostuminen. (Aarnos 2002, 4)

Vapaaehtoinen kysyntä vihreille sertifikaateille ei yleensä ole tarpeeksi suuri, jotta uusiutuvien energiamuotojen investoinnit kasvaisivat. Markkinat sertifikaateille voidaan muodostaa esimerkiksi lainsäädännön avulla. Näin voidaan esimerkiksi pakottaa yritykset käyttämään uusituvalla energialla tuotettua sähkön omassa toiminnassaan ennalta määrätyn osuuden verran. Lisäksi ympäristötietoiset kuluttajat voivat suosia uusiutuvaa energiaa ja ostaa sertifikaatteja. Vihreitä sertifikaatteja ostamalla yritykset voivat päästä tavoitteisiin, jotka on asetettu lainsäädännön avulla. Vihreiden sertifikaattien hinta perustuu kysyntään näillä markkinoilla. Kysynnän lisääntyessä sertifikaattien hinta nousee ja kannustaa tuottamaan lisää sähköä uusiutuvilla energiamuodoilla, jolloin investoinnit uusiutuvaan energiaan kasvavat. (Aarnos 2002, 4-5)

## 4.2 Syöttötariffijärjestelmä Suomessa

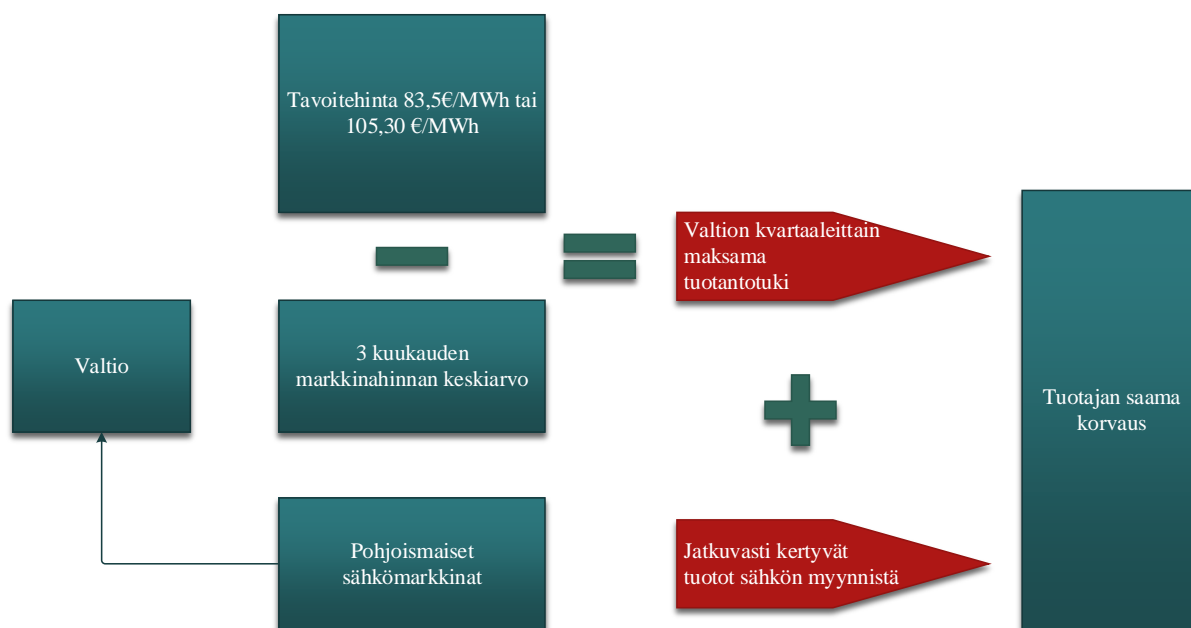
Työ- ja elinkeinoministeriö asetti vuoden 2008 lopussa työryhmän selvittämään, kuinka Suomessa voitaisiin toteuttaa uusituvan energian syöttötariffijärjestelmä. Työryhmän tavoitteena oli antaa mietintö järjestelmän rakenteesta ja suuruudesta. Tämän esityksen pohjalta syöttötariffijärjestelmä otettiin käyttöön valtakunnallisesti 25.3.2011 (Valtioneuvoston asetus 258/2011). Syöttötariffijärjestelmän tarkoituksena on edistää uusiutuvien energiamuotojen tuotantoa ja kilpailukykyä sekä kehittää Suomen sähkön tuotantoa ja omavaraisuutta sähkön tuotannossa (Tuotantotukilaki 1396/2010 1§).

Suomessa on käytössä markkinaehtoiseen takuuhintaan perustuva järjestelmä. Tuulivoiman tuottajalle maksetaan sähkön markkinahinnan päälle tuki, joka on takuuhinnan ja markkinahinnan erotus. Sähkön tuottaja saa osan tuloistaan valtiolta ja osan suoraan myymästään sähköstä markkinoilta. Tuotantotukilaisissa on määritelty takuuhinnaksi 83,50 euroa megawattitunnilta (Tuotantotukilaki 1396/2010 23 §). Poikkeuksena on vuoden 2015 loppuun asti maksettava korotettu syöttötariffi uusille investoinneille. Korotetun syöttötariffin määrä on 105,30 €/MWh (Tuotantotukilaki 1396/2010 62 §). Syöttötariffi maksetaan tuottajalle kolmen kuukauden välein, kyseisellä ajanjaksolla tuotetun sähkön määrän perusteella. Tariffin osuus on takuuhinnan ja kolmen kuukauden sähkön markkinahinnan keskiarvon erotuksen määrä. Kuvassa 11 on kuvattu, kuinka tariffi määräytyy sähkön markkinahinnan sekä takuuhinnan erotuksena eri ajan-jaksoina.



Kuva 11. Markkinaehtoisen takuuhintaan perustuvan syöttötariffin periaate. (Saarinen 2011)

Sähkön markkinahinnan keskiarvo määräytyy yhteispohjoismaisten sähkömarkkinoiden päivää edeltävän fyysisen sähkökaupan Suomen aluehinnan keskiarvon perusteella (Valtioneuvoston asetus 244/2014). Sähkön markkinahinnan keskiarvo lasketaan kutakin tariffijaksoa vastaavan kolmen kuukauden tuntihintojen aritmeettisena keskiarvona (Valtioneuvoston asetus 244/2014). Esimerkiksi mikäli kolmen kuukauden sähkön markkinahinta on 40 €/MWh, niin tuottajalle maksetaan tuotetusta sähköstä tukea markkinahinnan päälle  $83,50\text{€/MWh} - 40\text{ €/MWh} = 43,50\text{ €/MWh}$ . Tuotantotukilain kohdassa 25 § on kuitenkin määrätty, että mikäli sähkön markkinahinnan keskiarvo kolmen kuukauden aikana on alle 30 euroa megawattitunnilta, niin syöttötariffin tavoitehinnasta vähennetään 30 euroa megawattitunnilta. Kuvassa 3 on esitetty Suomessa toimivan syöttötariffijärjestelmän toimintaperiaate.



Kuva 12. Syöttötariffijärjestelmän toimintaperiaate. (Tuotantotukilaki 1396/2010)

#### 4.3 Järjestelmään hyväksymisen ehdot, todentaminen ja hakeminen

Tuulivoiman kohdalla on asetettu vaatimukset, että tuulivoimalan hyväksymiseksi syöttötariffijärjestelmään tuulivoimalaitos ei ole saanut valtiontukea aikaisemmin, se on uusi ja ei sisällä käytettyjä osia sekä tuulivoimalaitos on nimellistehoaltaan vähintään 500 kilovolttiampeeria. (Tuotantotukilaki 1396/2010 9 §)

Lisäksi syöttötariffijärjestelmään voidaan hyväksyä tuulivoimaloita yhteensä nimellisteholla mitattuna 2500 megavolttiampeeria. Etuoikeus tulla hyväksytyksi järjestelmään on sillä, joka on ensimmäisenä jättänyt hakemuksen viranomaisille. (Tuotantolaki 1396/2010) Hyväksymispäätöksen jälkeen tuulivoiman tuottajalla on oikeus syöttötariffiin 12 vuoden ajan alkaen seuraavasta tariffijaksosta (Tuotantotukilaki 1396/2010 16 §).

Tuotantotukilaissa on määrätty, että sähkön tuottajien tulee käyttää todentajia. Näiden todentajien tarkoituksena on taata, että järjestelmää käytetään säännösten mukaisesti. Todentajalta edellytetään riippumattomuutta, riittävää ammattitaitoa varmennustehtävistä, toiminnan vaatimat laitteet, välineet sekä järjestelmät omaava kotimainen yhteisö tai säätiö. Lisäksi todentajalla tulee olla toiminnan laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä vastuuvakuutus tai muu vastaava järjestely. (Tuotantotukilaki 1396/2010 38§)

Hakijan tulee ensin tehdä kirjallinen ennakoilmoitus järjestelmää ylläpitävälle Energiamarkkinavirastolle kuukauden kuluessa päätöksestä rakentaa tuulivoimala. Tässä ilmoituksessa syöttötariffin hakijan tulee esittää tiedot rakennettavan voimalaitoksen generaattoreiden yhteenlasketusta nimellistehosta ja käyttöönoton ajankohdasta sekä luotettava arvio voimalaitoksen vuosituotannosta. (Tuotantotukilaki 1396/2010 13 §) Tämän jälkeen sähkön tuottajan on tehtävä hakemus, jotta hän voi päästä syöttötariffijärjestelmään. Tämä hakemus on tehtävä kuitenkin ennen, kuin tuulivoima otetaan kaupalliseen käyttöön. Tuottajan tulee hakemuksessa antaa vaadittavat tiedot viranomaishankinnan kannalta. Hakemuksesta tulee esittää selvitykset sähkön tuottajasta, voimalaitoshankkeesta, voimalaitoksesta sekä suunnitellusta kaupallisesta käyttöönottoajankohdasta. (Tuotantotukilaki 1396/2010 14 §)

Energiamarkkinavirasto hallinnoi syöttötariffijärjestelmää sähköisen asiointijärjestelmän (SATU) avulla. Sähkön tuottajat hakeutuvat järjestelmään SATU-järjestelmässä. Sähkön tuottajan tulee kahden kuukauden kuluessa tariffijakson päättymisestä tehdä tuotantaselvitys tukeen oikeuttavasta sähkön tuotannosta.

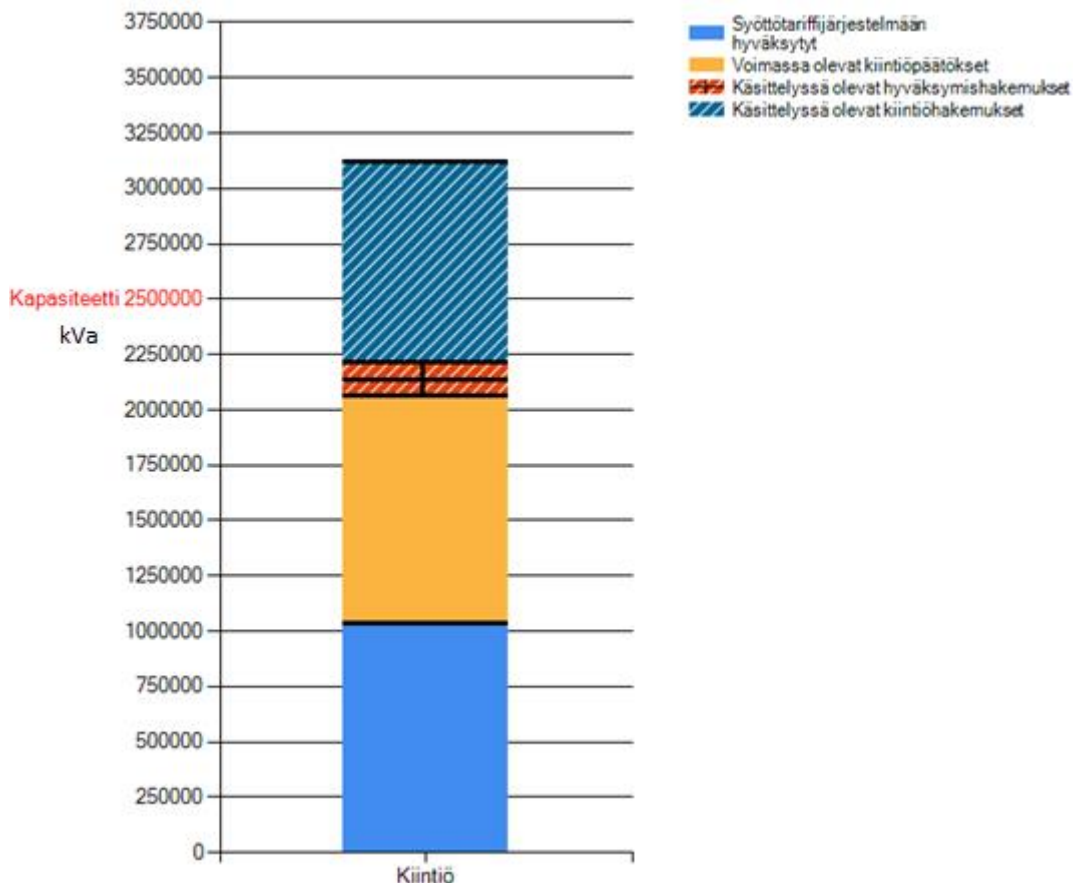
Todentajan varmentama tuotant selvitys sekä maksatushakemus lähetetään järjestelmään kahden kuukauden sisällä.

## 5 TARIFFIEN VAIKUTUKSET INVESTOINTEIHIN SUOMESSA

Syöttötariffijärjestelmän käyttöönoton jälkeen 2011 tuulivoiman kapasiteetti on lähes nelinkertaistunut Suomessa. Kuvasta 4 nähdään syöttötariffijärjestelmän vaikutukset tuulivoiman kapasiteetin kasvuun. Ennen syöttötariffijärjestelmän käyttöönottoa tuulivoiman kapasiteetin kasvu on ollut hidasta. Investointien määrä on lähtenyt selvään nousuun vuoden 2011 jälkeen, jolloin syöttötariffijärjestelmä otettiin käyttöön Suomessa. Uuden tukijärjestelmän ansiosta monista tuulivoimainvestoinneista on tullut kannattavia ja investoijat ovat toteuttaneet näitä investointeja. Syöttötariffijärjestelmän vaikutukset investointeihin Suomessa ovat olleet merkittäviä eikä tämän kaltaisiin tuloksiin olisi päästy ilman syöttötariffijärjestelmää. Suomella on tavoitteena, että vuonna 2020 tuulivoiman tuotanto olisi 6 TWh (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2010, 2). Tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan noin 2500 MVA kapasiteettia. Syöttötariffijärjestelmän piiriin on tulossa tarpeeksi kapasiteettia, mutta oletettavasti osa hankkeista ei tule toteutumaan aikataulussa, jonka seurauksena kapasiteetti jäänee hieman tavoitellun 6 TWh alapuolelle (Hallituksen esitys 15/2015).

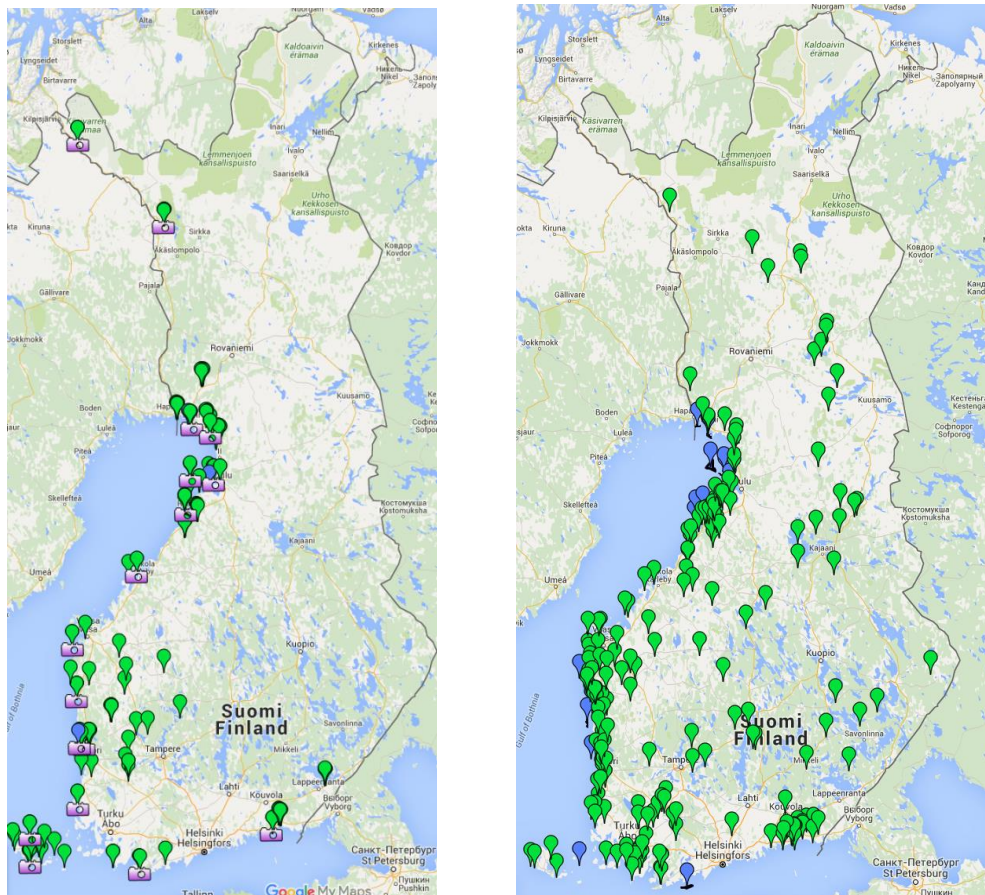
Syöttötariffijärjestelmän käyttöönoton hetkellä tuulivoiman osuus tuotetusta sähköstä oli ainoastaan 0,3 prosenttia, mutta tällä hetkellä tuotanto on noussut syöttötariffijärjestelmä ansiosta 2,5 prosenttiin (Hallituksen esitys 15/2015). Kehitys tulee todennäköisesti hidastumaan tulevien vuosien aikana, sillä syöttötariffijärjestelmän kiintiöraja 2500 megavoltiampeeria on tullut täyteen. Kuvassa 13 on esitetty tuulivoiman syöttötariffijärjestelmän kiintiölaskuri energiamarkkinaviraston sivuilta. Laskurista nähdään, että tällä hetkellä järjestelmään on enemmän hakijoita, kuin tukia voidaan myöntää. Järjestelmään on 17.11.2015 mennessä hakenut yli 3100 MVA edestä tuulivoimakapasiteettia. Järjestelmän piiriin otetaan ainoastaan 2500 MVA edestä tuulivoimakapasiteettia, jolloin kaikki hakijat eivät tule pääsemään mukaan järjestelmään. Todennäköisesti kaikkia hankkeita ei tulla toteuttamaan ja useiden hankkeiden toteuttamista lykätään siihen saakka, kunnes uusi tukijärjestelmä julkistetaan.





Kuva 13. Tuulivoiman kiintiölaskuri (tilanne 17.11.2015). (Energiavirasto 2015a)

Nykyiset tuulivoimalat sijaitsevat pääasiassa rannikon tuntumassa, jossa tuuliolosuhteet ovat otollisemmat kuin sisämaassa, kuten kuvasta 3 voidaan todeta. Kuvassa 14 on esitetty vasemmalla nykyisten tuulivoimaloiden sijainti Suomessa sekä oikealla Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen (VTT) tiedossa olevat suunnitteilla olevat hankkeet. Vihreät merkit kuvastavat tuulivoimaloita, jotka sijaisevat maalla ja siniset merkit merellä olevia tuulivoimaloita. Sisämaassa metsät vaikeuttavat tuulivirtausten hyödyntämistä tuulivoiman tuotantoon ja tästä syystä sisämaassa tuulivoimaloiden tulisi olla korkeampia kuin rannikolla. Tulevaisuudessa rakentaminen tulee keskittymään entisestään rannikolle, mutta myös sisämaahan on suunnitteilla uusia tuulivoimaloita, kuten kuvasta 14 voidaan todeta. Rannikoilla on huomattavasti paremmat tuuliolosuhteet, joiden avulla investoinnit ovat kannattavampia rannikolla. Merelle rakentaminen on harvinaista vielä toistaiseksi ja lisäksi nykyinen syöttötariffi ei ole riittävä tekemään investoinneista kannattavia. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009, 12-13)



Kuva 14. Nykyiset laitokset ja suunnitteilla olevat tuulivoimahankkeet. (VTT 2015b)

Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian mukaisesti tuulivoiman osuuden ennustetaan olevan noin 6 TWh vuonna 2020. Tämä vastaa arviolta 5 - 6 prosenttia Suomen sähkön hankinnasta. Kehityksen uskotaan jatkuvan vuoteen 2025, jolloin tuulivoimalla voitaisiin tuottaa 9 TWh. (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008, 39) Energiategollisuuden oman arvion mukaan vuonna 2050 tuulivoimalla voitaisiin kattaa noin 10–15 prosenttia Suomen sähkön tuotannosta. Tuotannon suuruus olisi arvion mukaan 15–20 TWh vuodessa. (Energiategollisuus 2015b)

## 6 KRITIIKKI JÄRJESTELMÄÄ KOHTAAN

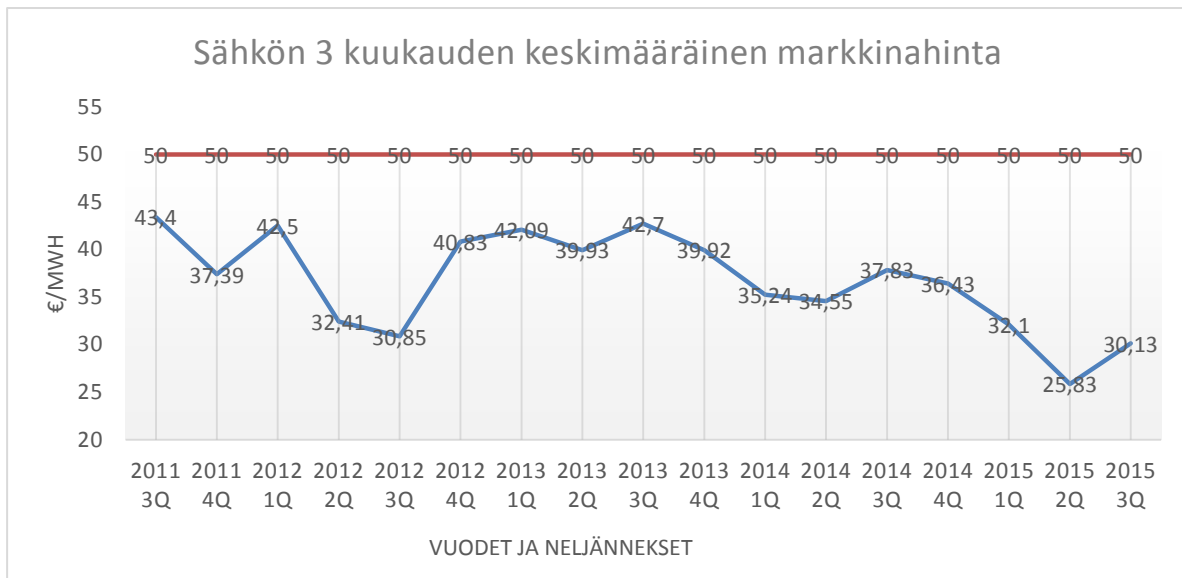
Syöttötariffijärjestelmän kustannukset ovat nousseet julkisuudessa suurimmaksi kritiikin kohteeksi. Aiheesta on kirjoitettu satoja kolumneja ja yleinen mielipide on, että syöttötariffijärjestelmän kustannukset ovat kasvaneet liian suuriksi ja raha ohjautuu väärään paikkaan. Lisäksi järjestelmän piirissä olevat yritykset ovat saaneet osansa kritiikistä. Syöttötariffijärjestelmään syötetään miljoonia euroja vuodessa veronmaksajien rahaa ja nämä rahat ohjautuvat yrityksiin, jotka tekevät erittäin hyvää taloudellista tulosta.

Syöttötariffijärjestelmän takuuhintaa kritisoitiin jo järjestelmän suunnitteluvaiheessa. Helsingin kauppakorkeakoulun energia- ja ympäristötalouden professori Matti Liski otti kantaa tuulivoiman syöttötariffin mitoitukseen vuonna 2009. Liskin mukaan tuulivoiman syöttötariffi on ylimitoitettu Työ- ja Elinkeinoministeriön asettaman työryhmän selvityksessä. Liskin näkemyksen mukaan tuen taso on liian korkea ja sen kesto tulisi lyhentää. (Liski 2009)

Seuraavaksi tutkitaan syöttötariffijärjestelmän kustannuksia tarkemmin. Mistä nämä kustannukset johtuvat ja miksi ne ovat kasvaneet merkittävästi viimeisten vuosien aikana. Lisäksi tutkitaan järjestelmän piirissä olevien yritysten taloudellista kannattavuutta ja kuinka syöttötariffi vaikuttaa yritysten kannattavuuteen Suomessa. Lopuksi pohditaan tuulivoiman kannattavuutta ylipäätään Suomessa ilman syöttötariffijärjestelmää.

### 6.1 Syöttötariffijärjestelmän kustannukset

Hallituksen esityksessä 152/2010 tuulivoiman syöttötariffijärjestelmän kustannuksia pyrittiin ennustamaan sähkön markkinahinnan kehityksen avulla. Vuonna 2010 hallituksen arviona oli, että sähkön keskimääräinen markkinahinta olisi noin 50 €/MWh seuraavan kymmenen vuoden aikana. Tällöin keskimääräinen syöttötariffi olisi sähkön tuottajalle 33,50 euroa megawattitunnilta. Näiden arvioiden pohjalta syöttötariffijärjestelmän kustannukset vuonna 2020 olisivat vuosittain noin 200 miljoonaa euroa. (Hallituksen esitys 152/2010)



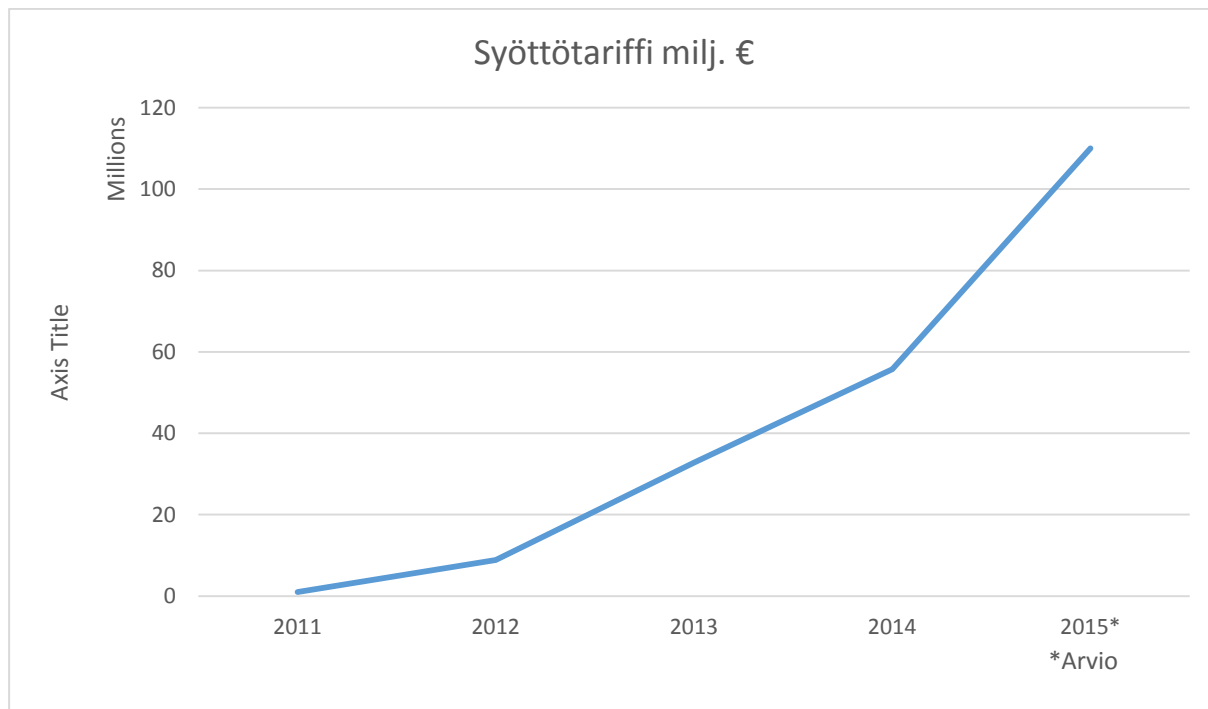
Kuva 15. Sähkön kolmen kuukauden keskimääräinen markkinahinta verrattuna alustavaan arvioon 50€/MWh. (Energiavirasto 2015b)

Kuvassa 15 on esitetty sähkön kolmen kuukauden keskimääräinen markkinahinta sekä hallituksen arvio sähkön markkinahinnasta. Kuvasta 15 voidaan todeta, että sähkön markkinahinta on ollut merkittävästi alhaisempi kuin hallituksen esityksessä arvioitu 50 €/MWh. Hallituksen esityksessä 15/2015 kerrotaan, että syöttötariffijärjestelmän kustannukset ovat kasvaneet merkittävästi alustavasta suunnitelmasta. Tähän ovat johtaneet hakemusten suuri määrä ennakoitua nopeammalla tahdilla sekä sähkön markkinahinnan alhainen taso. Syöttötariffijärjestelmän kustannukset ovat muuttuneen tilanteen seurauksena kasvaneet arvioilta yli 300 miljoonaan euroon vuonna 2020. (Hallituksen esitys 15/2015)

Alustavien arvioiden mukaan syöttötariffijärjestelmän olisi kasvattanut sähkön markkinahintaa 2,2€/MWh. Tämän tarkoittaa yksittäiselle kerrostaloasujalle keskimäärin 4,4 € vuotuista lisälaskua vuonna 2020. Mikäli lämmityksessä käytetään sähköä, lisäkustannus on 39,6 €. (Työ- ja Elinkeinoministeriö 2009)

Kuvassa 16 on esitetty maksetut syöttötariffit järjestelmän käyttöönoton jälkeen. Syöttötariffin määrä on kasvanut nopealla tahdilla järjestelmän käyttöönoton jälkeen. Vuonna 2014 tuen määrä oli 55,7 miljoonaa euroa. Vuoden 2015 arviossa tuen määrä tuplaantuu 110 miljoonaan euroon ja vuonna 2016 tuen määrä pysyy vuoden

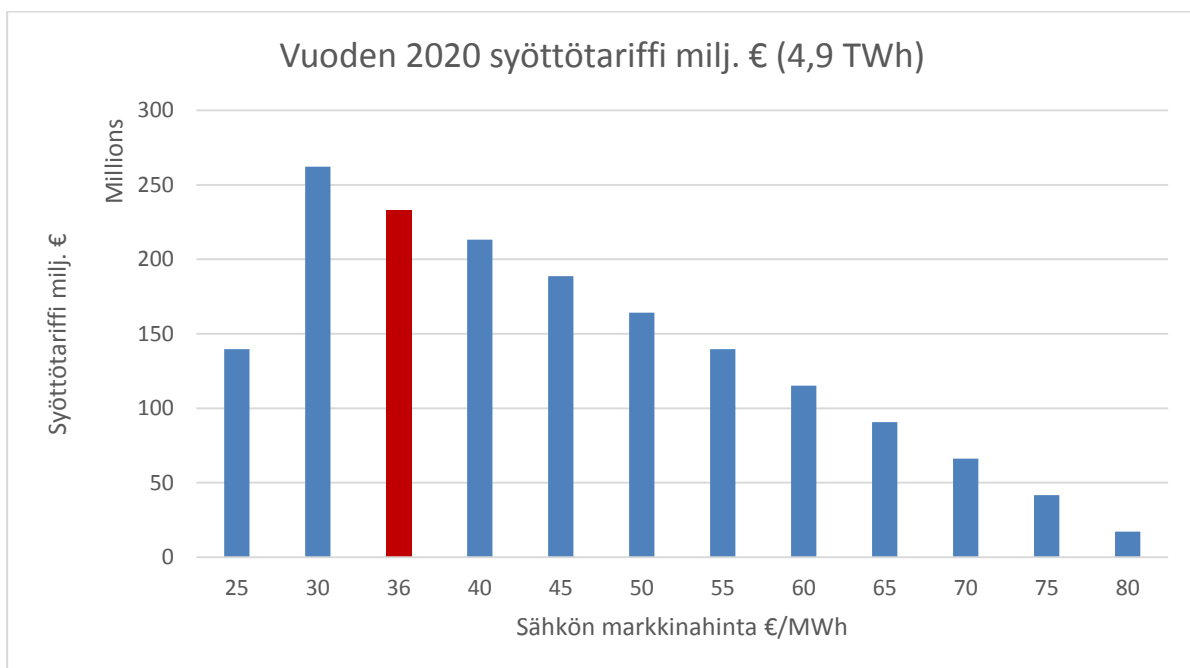
2015 tasolla, sillä korotetun tuen maksaminen loppuu. Hallituksen uuden arvion mukaan vuonna 2020 syöttötariffia maksetaan jopa yli 300 miljoonan euron edestä. (Hallituksen esitys 15/2015)



Kuva 16. Maksetut syöttötariffit. (Energiavirasto 2015b)

Edellä esityttyjen kasvaneiden kustannusten seurauksena hallitus antoi syyskuussa 2015 esityksen syöttötariffijärjestelmän hallitusta sulkemisesta tuulivoimaloiden osalta. Tarkoituksena on muuttaa nykyistä tuotantotukilakia siten, että nykyisen prosessin sijaan tuulivoimalan hyväksyminen syöttötariffijärjestelmään vaatisi kiintiöpäätöksen. Kiintiöpäätöksiä jaettaisiin uusille tuulivoimaloille siihen saakka, kunnes kokonaiskapasiteetti tulee täyteen. Kiintiöpäätös olisi voimassa ainoastaan 1.11.2017 saakka, jonka jälkeen tuulivoimala menettää mahdollisuutensa liittyä järjestelmään, eikä uusia hakemuksia enää vastaanoteta. Hallituksen arvion mukaan 10–15 prosenttia hankkeista tulisi viivästyään ja kokonaiskapasiteetti jäisi arviolta 0,5–0,8 TWh ennakoitua pienemmäksi. Esityksessä arvioidaan, että kyseisellä muutoksella ja tarkentuneiden tuotantolukujen seurauksena vuoden 2020 kustannukset laskisivat 70–80 miljoonaa euroa arvioidusta 300 miljoonasta eurosta. Hallituksen arvioissa sähkön markkinahinta olisi 36 €/MWh vuonna 2020. (Hallituksen esitys 15/2015)

Hallituksen uuden esityksen pohjalta vuoden 2020 tuulivoiman tuotanto jäänee alle tavoitellun 6 TWh. Tuulivoimaloiden ampeerimääräiset nimellistehot ovat olleet keskimäärin 20 prosenttia korkeammat kuin megawatin mukaiset päättötehot (Hallituksen esitys 15/2015). Tämän seurauksena tuulivoiman kokonaiskapasiteettia vastaavasta tuotantotavoitteesta jäädään kymmenen prosenttia. Lisäksi suunnitteilla olevan kiintiöpäätösmuutoksen seurauksena 10–15 prosenttia hankkeista viivästyy ja täten putoaa järjestelmän piiristä. Ottaen huomioon molemmat vähennykset, vuonna 2020 tuotannon määrä on arviolta 4,9 TWh. Kuva 17 havainnollistaa syöttötariffijärjestelmän kustannusten riippuvuuden sähkön markkinahinnasta. Mikäli markkinahinta nousee, niin järjestelmän kustannukset laskevat. Sähkön markkinahinnan ollessa 65 €/MWh kustannusten suuruus olisi arvion mukaan noin 90 miljoonaa euroa, kun taas 30 €/MWh hinnalla 262 miljoonaa euroa. Punaisella on merkitty hallituksen arvio sähkönmarkkinahinnasta ja sen pohjalta laskettu syöttötariffin kustannus 232 miljoonaa euroa.



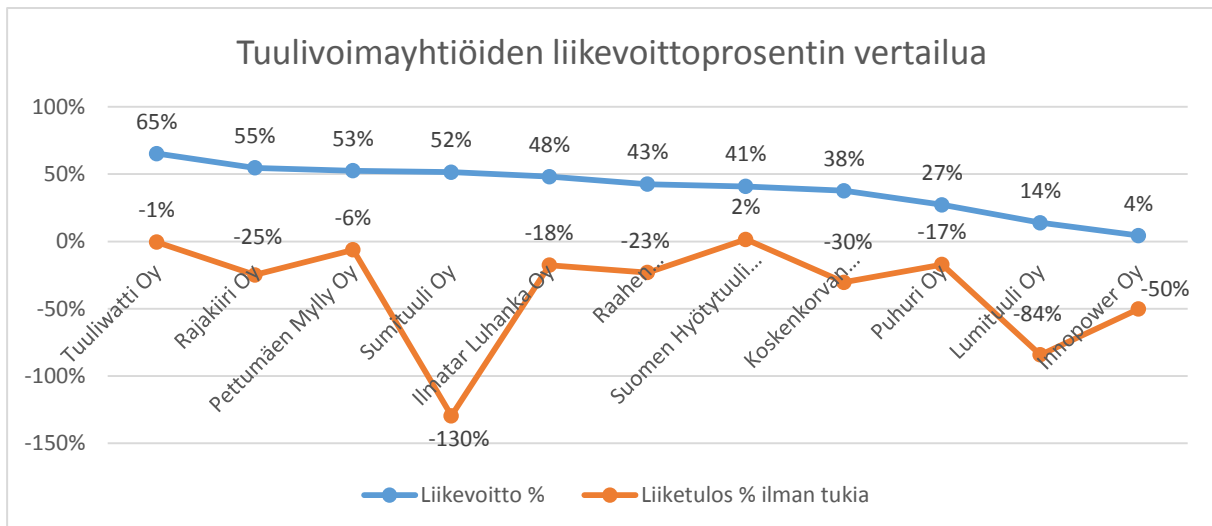
Kuva 17. Arvio syöttötariffijärjestelmän kustannuksista vuonna 2020 eri sähkön markkinahinnoilla 4,9 TWh tuotannolla.

Suomen arvioidun tuulivoiman tuotannon 6 TWh vuonna 2020 ennustettiin alentavan sähkön markkinahintaa pohjoismaisilla markkinoilla noin 1,2 €/MWh. (Työ- ja

Elinkeinoministeriö 2009, 39) Liskin ja Vehviläisen (2015) tutkimuksen mukaan tuulivoimalla on ollut huomattavasti suurempi vaikutus sähkön markkinahintaan pohjoismaissa. Tutkimuksen mukaan tuulivoiman tuotannon seurauksena pohjoismaisten sähkönkuluttajien sähkölasku tulee pienentymään 68 prosenttia vuosina 2001–2020. Kymmenen prosentin tuulivoiman osuudella sähköntuotannosta markkinahinta tippuisi pohjoismaissa yli 60 prosenttia. Kymmenen prosenttia vastaa arviolta 50 TWh tuulivoiman tuotantoa. Mikäli tuulivoiman tuotanto pohjoismaissa on vuonna 2020 50 TWh, tutkimuksen mukaan Suomessa sähkönostajien kustannukset laskevat 3,2 miljardista lähes 40 prosenttia 1,26 miljardiin euroon. Sähkön markkinahinta laskee markkinoilla, koska tuulivoiman on kustannuksiltaan edullisempaa tuottaa ja markkinoiden kysynnän täyttämiseksi kalliimpia tuotantomuotoja, kuten kivihiihtä, ei tarvitse käyttää. Pohjoismaiden sähkön tuotannosta noin puolet katetaan vesivoimalla, jonka avulla voidaan säätää tuotantoa edullisesti. (Liski & Vehviläinen 2015)

## **6.2 Tuulivoimayhtiöiden kannattavuus Suomessa**

Seuraavaksi tarkastellaan yhdentoista tuulivoiman tuottajan liikevoittoprosentteja vuodelta 2014. Vuonna 2014 tuulivoiman syöttötariffijärjestelmän piirissä oli yhteensä 39 tuulivoimalaa, jotka olivat 19 eri tahon omistuksessa. Näistä 19 yrityksestä on valittu mukaan tarkasteluun 11 yritystä. Loput yritykset on jätetty tarkastelun ulkopuolelle siitä syystä, että yritykset eivät ole joko osakeyhtiöitä tai niiden toiminta koostuu pääosin jostain muusta toiminnasta kuin tuulivoiman tuotannosta. Tarkastelussa olevien yritysten tuulivoimaloiden nimellisteho vastaa 75 prosenttia koko järjestelmän piirissä olevasta yhteenlasketusta nimellistehosta. Kuvassa 18 on kuvattu tarkasteluun valittujen yritysten liikevoittoprosentti sekä liiketulosprosentti ilman tukia. Tarkasteltavien yritysten liikevoittoprosentit on haettu yritysten tilinpäätöksistä ja tilinpäätöstietokannoista. Yrityksille maksetut tuotantotuet on vähennetty yrityksen liiketuloksesta, jonka jälkeen on laskettu uusi liiketulosprosentti. Maksetut tuotantotuet on haettu yrityskohtaisesti energiamarkkinaviraston ylläpitämästä SATU-tietokannasta.



Kuva 18. Tuulivoimayhtiöiden liikevoittoprosentteja vuonna 2014. (Data: Voitto+ ja SATU)

Kuten kuvasta 18 voidaan todeta, tuulivoimayhtiöiden kannattavuus on ollut erinomainen vuonna 2014. Tuuliwatti Oy:lla on vuoden 2014 tilinpäätöstietojen perusteella paras kannattavuus syöttötariffijärjestelmän piirissä olevista yrityksistä. Liikevoittoprosentti oli 65 prosenttia vuonna 2014. Myös muut toimijat ovat pystyneet pitämään kannattavuuden erityisen korkealla. Keskimäärin yhdentoista tarkastelussa olleen yrityksen liiketulosprosentti oli 40 prosenttia.

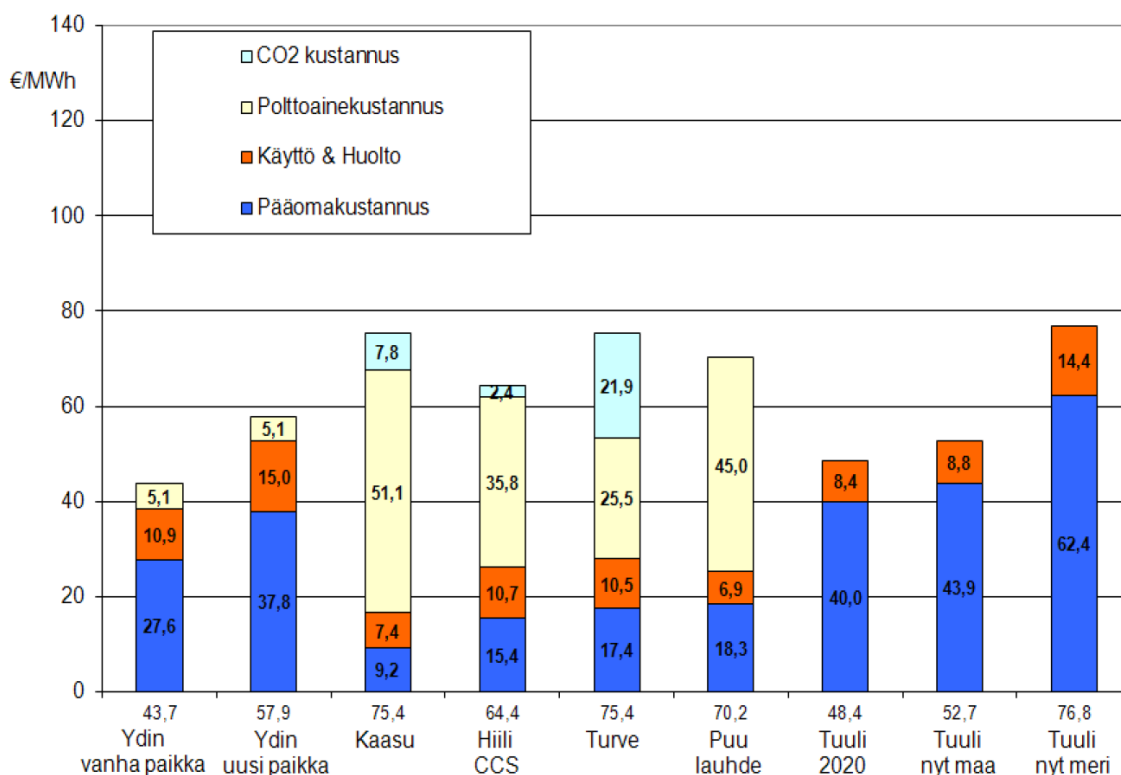
Kuvassa 18 on laskettu jokaiselle yritykselle myös liiketulosprosentti ilman valtion maksamia syöttötariffeja. Energiamarkkinaviraston SATU-järjestelmästä voidaan seurata jokaisen syöttötariffijärjestelmän piirissä olevan yrityksen saamia tukia. Jokaisen yrityksen kohdalta on tutkittu heidän saamansa tuen suuruus ja vähennetty se tarkasteluajanjakson liiketuloksesta. Uuden pienentyneen liiketuloksen avulla on laskettu uusi liiketoimintaprosentti jokaiselle yritykselle. Tarkastelusta voidaan nähdä, että kannattavuus romahtaisi jokaisella yrityksellä tuotantotukien eliminoinnin seurauksena. Sähkön tuotanto tuulivoiman avulla ei ole tarkasteltavien yritysten joukossa kannattavaa ilman syöttötariffeja. Suomen Hyötytuuli Oy on ainoa yritys, jonka liikevoittoprosentti jää niukasti positiiviseksi ilman syöttötariffeja. Syöttötariffien suuruus kohdeyritykselle vastaa hyvin yrityksen liiketuloksen määrää. Monilla yrityksillä liiketulos ilman tukia on lähellä nollaa. Esimerkiksi Tuuliwatti Oy:n saamat



tuet vuonna 2014 olivat 25,8 miljoonaa euroa kun saman vuoden liiketulos oli 25,6 miljoonaa euroa.

### 6.3 Tuulivoiman kannattavuus

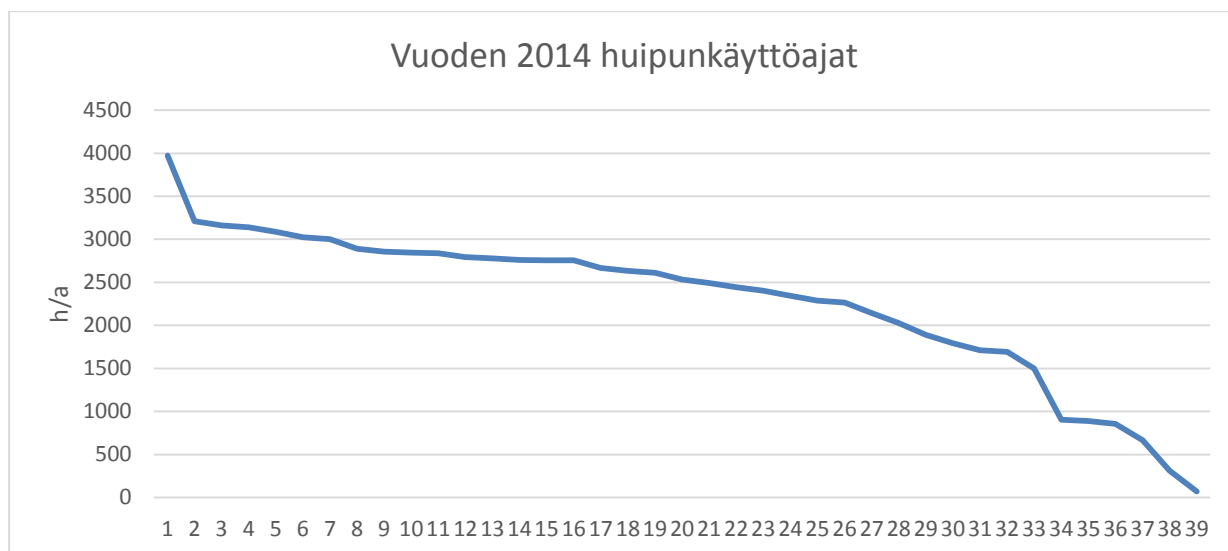
Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa tehdyssä tutkimuksessa vuonna 2012 on tutkittu eri tuotantomuotojen tuotantokustannuksia. Tutkimuksen tulokset on esitetty kuvassa 19, jossa on esitetty sähköntuotantomuotojen tuotantokustannukset. Tutkimuksessa tuulivoiman tuotantokustannuksiksi on saatu maalla olevalle tuulivoimalalle 52,7 €/MWh (Vakkilainen, Kivistö & Tarjanne 2012). Sähkön markkinahinnan ollessa reilusti tämän kustannustason alapuolella, näyttää siltä että tuulivoiman tuotanto ei ole vielä kannattavaa ilman syöttötariffeja vuoden 2012 laskelmien perusteella. Tutkimuksen taustalla on käytetty tuulivoiman osalta huipunkäyttöaika 2200 tuntia vuodessa. Tuulivoimaloiden kehitys on kuitenkin mennyt eteenpäin viimeisten vuosien aikana ja keskimäärin huipunkäyttöajat ovat kasvaneet. Muutoksia on tapahtunut myös laitteistojen hinnoissa, mutta seuraavaksi keskitytään huipunkäyttöaikoihin.



Kuva 19. Eri voimalaitostyyppien sähkön tuotantokustannukset päästöoikeuden hinnalla 23 €/tCO<sub>2</sub>. (Vakkilainen et al. 2012)

Vuoden 2014 SATU-järjestelmästä laskettujen arvojen pohjalta tuulivoimaloiden huipunkäyttöajan mediaani oli 2532 tuntia syöttötariffijärjestelmän piirissä olevissa laitoksissa. Ylin 25-% kvartaali ylsi 2827 tuntiin vuoden 2014 aikana. Kuvassa 20 on esitetty vuoden 2014 syöttötariffijärjestelmän piirissä olevien 39 tuulivoimalan huipunkäyttöajat suuruusjärjestyksessä. Korkeimpaan huipunkäyttöaikaan on yltänyt Sumituuli Oy:n omistama Sumituuli-1 tuulivoimala lähes 4000 tunnin huipunkäyttöajalla. Tuulivoimaloiden huipunkäyttöaika vaikuttaa merkittävästi tuulivoiman tuotantokustannuksiin. Huipunkäyttöajat ovat olleet kasvussa ja sitä kautta tuulivoimaloiden tuotantokustannukset ovat laskeneet verrattuna vuoden 2012 tehtyyn tutkimukseen, jonka pohjalla oli 2200 tunnin huipunkäyttöaika vuodessa. Kuvan 20 perusteella voidaan todeta, että 65 % tuulivoimaloista on saavuttanut yli 2200 tunnin huipunkäyttöajan.

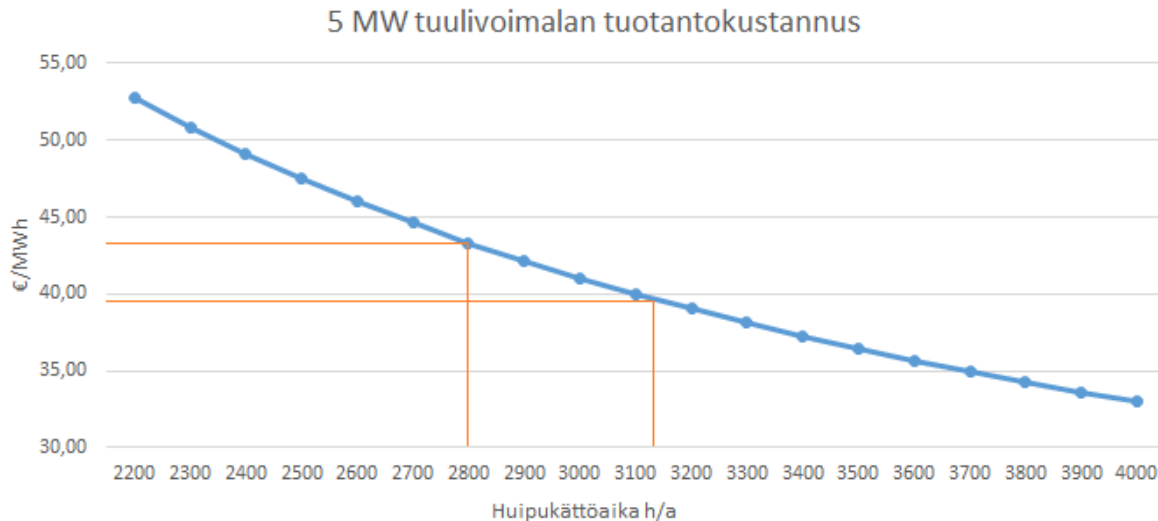
Seitsemällä tuulivoimalalla on vuoden 2014 huipunkäyttöaika yli 3000 tuntia vuodessa. Taulukossa 2 on kuvattu tietoja, joiden pohjalta Vakkilaisen et. al. tekemän tutkimuksen laskelma tuotantokustannuksista on toteutettu. Kuvaan 21 on laskettu taulukon 2 lähtötiedoilla 5 MW tuulivoimalan tuotantokustannus eri huipunkäyttöajoilla.



Kuva 20. Vuoden 2014 syöttötariffijärjestelmän piirissä olevien tuulivoimaloiden huipunkäyttöajat suuruusjärjestyksessä. (Data: SATU)

Taulukko 2. Tuulivoimaloiden suorituskyky- ja kustannustietoja. Hintataso 3/2012.  
(Vakkilainen et al. 2012)

Sähköteho [MW]	5
Investointikustannus [Milj. €]	6,8
Ominaisinvestointikustannus [€/kW]	1360
Polttoaineen hinta [€/MWh]	0
Käyttö ja kunnossapitokustannukset [€/MWh]	8,85
Taloudellinen elinikä [a]	25
Reaalikorko [%]	5
Annuiteettitekijä [%]	7,1
Huipunkäyttöaika [h/a]	2200-3500



Kuva 21. 5 MW tuulivoimalan tuotantokustannuksen riippuvuus huipunkäyttöajasta.

Kuva 21 on erityisen mielenkiintoinen tutkittaessa tuulivoimaloiden kannattavuutta. Yritykset ovat pyrkineet rakentamaan rannikoille, jossa tuuliolosuhteet ovat paremmat kuin sisämaassa. Syöttötariffijärjestelmän suunnitteluvaiheessa huipunkäyttöajan arvioitiin olevan 2200 tuntia ja jonka pohjalta takuuhinnan suuruus määritettiin. 2200 tunnin huipunkäyttöajalla 5 MW tuulivoimalan tuotantokustannus on 52,7 €/MWh. 25 prosenttia yrityksistä on päässyt kuitenkin yli 2800 tunnin huipunkäyttöaikoihin, jolloin tuotantokustannukseksi saadaan teoreettisen mallin avulla 43,3 €/MWh. Paras kymmenen prosenttia on onnistunut saamaan huipunkäyttöajaksi 3140 tuntia vuodessa, jolloin tuotantokustannus tippuu noin 39,6 €/MWh:iin. Huipunkäyttöajan kehityksen seurauksena tuotantokustannus tulee laskemaan jatkossa, mutta nykyisellä sähkön markkinahinnalla tuulivoima ei olisi edelleenkaan kannattavaa. Nykyisellä sähkön markkinahinnalla edes ydinvoima ei olisi taloudellisesti kannattavaa, mikäli sitä verrataan vuoden 2012 tuotantokustannukseen (43,7 €/MWh).

Hallituksen arvioissa vuoden 2020 sähkön markkinahinta on noin 36 €/MWh, jolloin tuulivoimaloiden huipunkäyttöajan tulisi olla 3600 tuntia, jotta tuulivoimalaitos tekisi voittoa. Mikäli 5 MW esimerkkivoimalaitos toimisi vuoden 2014 parhaimman huipunkäyttöajan mukaan, tuotantokustannukseksi tulisi 33 €/MWh. Edes tällä tasolla tuulivoimalaitos ei olisi kannattava nykyisellä sähkön markkinatasolla. Vuoden 2020 arvioidulla markkinahinnalla investointi ei todennäköisesti olisi houkutteleva ilman

tuotantotukia. Tuulivoimaloiden rakentaminen ei näytä näiden tietojen valossa olevan kannattavaa ilman tuotantotukia valtiolta, mutta kannattavuus on kuitenkin parantunut merkittävästi viimeisten vuosien aikana. Tuulivoiman kannattavuuteen vaikuttaa myös muut tekijät, kuten yleinen korkotaso ja investoinnin suuruus.

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomelle on asetettu Euroopan Unionin taholta tavoite vähentää kasvihuonepäästöjä 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 tasosta. Suomen tulee kasvattaa uusituvan energian osuutta kokonaiskulutuksesta 38 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi Suomessa otettiin uusituvan energian syöttötariffijärjestelmä käyttöön vuonna 2011. Tavoitteena on pyrkiä lisäämään syöttötariffijärjestelmän avulla investointeja uusiutuvaan energiaan ja päästä annettuihin tavoitteisiin. Suomessa tuulivoimalle on annettu suurin painoarvo, jotta annettuihin tavoitteisiin päästään. Vuonna 2020 arvion mukaan kapasiteettia olisi 2500 MWh tuulivoimaa ja tuotanto olisi noin 6 TWh, joka vastaa 5-6 prosenttia kokonaiskulutuksesta.

Suomessa on käytössä markkinahintainen takuuhintajärjestelmä, joka takaa tuulivoiman tuottajalle takuuhinnan tuotetusta sähköstä. Tuottajalle maksetaan kiinteää takuuhintaa 83,5 €/MWh 12 vuoden ajan. Tämän lisäksi vuoden 2015 loppuun asti on ollut mahdollista saada nopean investoijan korotettua takuuhintaa 105,3 €/MWh. Syöttötariffijärjestelmässä tuottajan saama takuuhinta pysyy vakiona 12 vuoden ajan, kun taas valtion maksama tariffi vaihtelee sähkön markkinahinnan vaihteluihin mukaan. Tuottajalle maksettava takuuhinta muodostuu valtion maksamasta syöttötariffista sekä sähkön markkinahinnasta. Valtion maksama syöttötariffi on takuuhinnan ja sähkön markkinahinnan erotus. Valtion kulut syöttötariffijärjestelmästä kasvavat, mikäli sähkön markkinahinta laskee. Syöttötariffijärjestelmään hyväksytään tuulivoimaa yhteensä 2500 megavoltiampeerin verran joka vastaa noin 700 tuulivoimalaitosta.

Yhtenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää, kuinka syöttötariffijärjestelmän käyttöönotto on vaikuttanut investointeihin Suomessa. Syöttötariffijärjestelmän vaikutukset Suomessa tuulivoiman investointeihin ovat olleet merkittävät. Vuonna 2011 tuulivoiman avulla tuotetun sähkön osuus oli ainoastaan 0,3 prosenttia, kun vuonna 2015 osuus on noussut 2,5 prosenttiin. Vuoteen 2020 mennessä tämän osuuden odotetaan nousevan jo 5–6 prosenttiin. Tuulivoiman investoinnit ovat kehittyneet hyvin hitaasti ennen vuotta 2011, mutta syöttötariffijärjestelmän tulon seurauksena kapasiteetti on lähes nelinkertaistunut neljässä vuodessa. Tällä hetkellä

syöttötariffijärjestelmän kapasiteetti raja on tullut vastaan. Järjestelmään on enemmän hakijoita, kun järjestelmään otetaan mukaan. Mukaan mahtuu yhteensä kapasiteettia 2500 MVA, kun hakemuksia on yli 3250 MVA edestä. Syöttötariffijärjestelmän tavoitteena oli päästä tähän kapasiteettiin vuoteen 2020 mennessä ja siinä on onnistuttu. Tavoitteeseen pääseminen oli kuitenkin merkittävästi nopeampaa kuin mitä oli ennakoitu.

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli selvittää, minkälaista kritiikkiä syöttötariffijärjestelmä on kohdannut. Merkittävin kritiikin kohde on ollut syöttötariffijärjestelmän kustannukset. Hallitus on joutunut myöntämään hallituksen esityksessä 15/2015, että syöttötariffijärjestelmän kustannukset ovat kasvaneet odottomattomasti. Järjestelmää suunniteltaessa kustannusten arvioitiin olevan vuonna 2020 noin 200 miljoonaa euroa vuodessa, mutta sähkön markkinahinnan kehityksen sekä ennakoitua nopeamman kiintiön täyttymisen seurauksena kustannukset tulevat kasvamaan yli 300 miljoonaan euroon vuonna 2020. Alustava arvio kustannuksista perustui siihen, että sähkön markkinahinta olisi noin 50 €/MWh. Sähkön markkinahinta on kuitenkin ollut syöttötariffijärjestelmän aikana keskimäärin 37,7 €/MWh. Valtion maksama syöttötariffi on täten ollut keskimäärin 37 prosenttia suurempi, kuin alun perin on arvioitu. Hallitus on tehnyt esityksen, jonka avulla tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä hallitusti suljetaan ja uuden kiintiöpäätös- muutoksen avulla pyritään kustannussäästöihin. Uuden esityksen mukaan vuoden 2020 kustannuksia voidaan vähentää 60–70 miljoonaa euroa ja kokonaistuotanto laskisi arviolta 4,9 TWh:iin. Hallitus on aloittanut lisäksi selvityksen uudesta syöttötariffijärjestelmästä tai muusta korvaavasta tukitoimesta. Tällä hetkellä on kolme eri vaihtoehtoa syöttötariffijärjestelmän korvaajaksi; vihreät sertifikaatit, investointituki sekä nykyisen mallin muunnelma. Työryhmän tavoitteena on saada esitys uudesta järjestelmästä eduskunnalle vuoden 2017 alussa.

Kustannusten lisäksi syöttötariffijärjestelmän piirissä olevien yritysten kannattavuutta on kritisoitu. Järjestelmän piirissä olevien yritysten kannattavuus on ollut korkealla. Parhaan yrityksen liikevoittoprosentti oli yli 65 prosenttia vuonna 2014. Yritykset ovat saaneet miljoonien eurojen edestä syöttötariffeja ja kannattavuus on ollut ilmiömäinen useilla yrityksillä, kuten Tuuliwatti Oy:lla ja Rajakiiri Oy:lla. Taustalla on

liian korkea syöttötariffi hallituksen toimesta, mutta oikeanlaisen tason määrittäminen on äärimmäisen vaikeaa. Mikäli tariffitaso asetetaan liian matalaksi, investointien määrä jää ennakoitua vähäisemmäksi. Liian korkea tariffitaso taas aiheuttaa liiallisia kustannuksia valtiolle, sillä pienemmälläkin tariffilla olisi päästy tavoitteisiin. Tuulivoimayhtiöiden liikevoitot euroissa vastaavat hyvin pitkälti syöttötariffien euromääriä. Omien laskelmieni mukaan ainoastaan yksi tarkasteltavista yrityksistä oli taloudellisesti kannattava ilman syöttötariffeja.

Kolmas tutkimuskysymys liittyi tuulivoiman kannattavuuteen ilman syöttötariffeja. Huipunkäyttöajan vaikutus tuulivoiman kannattavuuteen on suuri. Parhaiden yritysten huipunkäyttöajat ovat merkittävästi korkeampia kuin muiden tuottajien Suomessa. Huipunkäyttöaikaa nostamalla tuulivoimaloiden tuotantokustannus alenee huomattavasti. Nykyisellä sähkön markkinahinnalla edes parhaimmat voimalaitokset eivät ole kuitenkaan kannattavia ilman tuotantotukia. Sähkön markkinahinnan ollessa noin 30 €/MWh viimeisen 3kk aikana ja esimerkin avulla lasketun 5 MW tuulivoimalan 4000 tunnin huipunkäyttöajalla laskettu tuotantokustannus on 33€/MWh. Alhaisen sähkön markkinahinnan seurauksesta tuulivoima ei ole taloudellisesti kannattavaa Suomessa. Aihe vaatii kuitenkin jatkotutkimusta, sillä kannattavuuteen vaikuttaa monia muita tekijöitä, joita ei otettu huomioon tässä tutkimuksessa.

Euroopan Unionin asettamiin uusituvan energian tavoitteisiin olisi todennäköisesti päästy myös pienemmällä syöttötariffilla, sillä järjestelmän piiriin oli paljon hakijoita nykyisellä syöttötariffitasolla. Syöttötariffin oikeantason määrittäminen on kuitenkin erittäin vaikeaa. Hallituksen uuden tukijärjestelmän suunnittelussa todennäköisesti otetaan huomioon koko järjestelmästä aiheutuvat kustannukset paremmin huomioon kuin nykyisessä järjestelmässä. Syöttötariffijärjestelmä on kuitenkin ollut tarpeellinen, jotta Suomi on saanut tuulivoiman tuotannon kasvuun viimeisten vuosien aikana. Ilman syöttötariffijärjestelmän käyttöönottoa tuulivoiman investoinnit olisivat todennäköisesti pysyneet lähes olemattomina Suomessa, sillä tuulivoiman tuotannon ei ole houkuttelevaa sijoittajien näkökulmasta ilman tuotantotukia.



## LÄHDELUETTELO

Aarnos, K. (2002). Vihreät sertifikaatit, uusi tapa tukea sähköntuotantoa uusiuvista energialähteistä. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.

Energiavirasto (2015a). Tuulivoiman kiintiölaskuri. [Energiaviraston www-sivulla]. [Viitattu 6.10.2015]. Saatavilla: <https://tuotantotuki.emvi.fi/QuotaCounter>

Energiavirasto (2015b). Syöttötariffijärjestelmään hyväksytyjen voimalaitoksien tietoja.[Energiaviraston www-sivulla]. [Viitattu 5.10.2015]. Saatavilla: <https://tuotantotuki.emvi.fi/Installationsfe>

Energiateollisuus (2015a). Suomen sähkön hankinta energialähteittäin 2014. [Energiaviraston www-sivulla]. [Viitattu 13.10.2015] Saatavilla: <http://energia.fi/tilastot-ja-julkaisut/sahkotilastot/sahkontuotanto/sahkon-hankinta-energiالاhteittain>

Energiateollisuus (2015b). Tuulivoima. [Energiaviraston www-sivulla]. [Viitattu 13.10.2015] Saatavilla: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energiالاhteet/tuulivoima>

European Commission (2008). Commission Staff Working Document, Brussels, 57, 23 Tammikuuta 2008.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY, Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä, 23.4.2009.

EWEA Staff (2014-2006). Wind in power: 2014-2006 European statistics.

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annetun lain muuttamisesta. HE 15/2015. [Viitattu 10.10.2015]

Harola, H. (2015). Tuulivoima tuo veronmaksajille miljardien jättilaskun. Helsingin Sanomat [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.10.2015]. Saatavilla <http://www.hs.fi/talous/a1442895226350>

Klein, A., Held, A., Ragwitz, M., Resch, G., & Faber, T. (2007). Evaluation of different feed-in tariff design options: Best practice paper for the International Feed-in Cooperation. Karlsruhe, Germany and Laxenburg, Austria: Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung and Vienna University of Technology Energy Economics Group.

Liski, M. (2009). Tuulivoiman syöttötariffi ylimitoitettu [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.10.2015]. Saatavilla: <http://blog.hse-econ.fi/?p=244>

Liski, M. & Vehviläinen, I. (2015). Gone with the wind? An empirical analysis of the renewable energy rent transfer. 10Th Conference on The Economics of Energy and Climate Change, Mercure Atria Compans Caffarelli, Toulouse, Ranska, 8-9. syyskuuta 2015.

Rickerson, W. H., Sawin, J. L., & Grace, R. C. (2007). If the shoe FITs: Using feed-in tariffs to meet US renewable electricity targets. *The Electricity Journal*, Vol 20, 73–86.

Ringel, M. (2006). Fostering the use of renewable energies in the European Union: the race between feed-in tariffs and green certificates. *Renewable Energy*. Vol 31, 1–17

Saarinen, J. (2011). Uusiutuvan energian tavoitteet ja tukipolitiikka. Metsäenergiapäivä 27.1.2011 Lappeenranta.

Marja-Aho, L. (2011). Uusiutuvan energian tuet EU-maissa, selvitys uusiutuvan energian tukimalleista sähkön ja lämmön tuotannossa EU-maissa [verkkodokumentti]. [Viitattu 6.10.2015]. Saatavilla: [http://www.energia.fi/sites/default/files/energiteollisuus\\_raportti\\_28\\_9\\_2011\\_2.pdf](http://www.energia.fi/sites/default/files/energiteollisuus_raportti_28_9_2011_2.pdf)

Mendonça, M. (2007). Feed-in Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy. Routledge.

Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 1396/2010, 30.12.2010/1396. [Viitattu 1.10.2015].

Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia (2008). Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6 marraskuuta 2008 [verkkodokumentti]. [Viitattu 6.10.2015]. Saatavilla:[http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf)

Tuuliatlas (2015). Tuulen keskinopeus 100 metrin korkeudella. [Viitattu 6.10.2015]. Saatavilla: <http://www.tuuliatlas.fi/nopeus/index.html?Month=13&Level=100>

Työ- ja Elinkeinoministeriö (2009). Ehdotus tuulivoiman syöttötariffiksi – Syöttötariffityöryhmän väliraportti [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.10.2015]. Saatavilla: <http://www.tem.fi/>

Työ- ja Elinkeinoministeriö (2010). Suomen kansallinen toimintasuunnitelma uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian edistämisestä direktiivin 2009/28/EY mukaisesti. [Viitattu 8.10.2015].

Valtioneuvoston asetus 258/2011. Valtioneuvoston asetus uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annetun lain eräiden lainkohtien voimaantulosta, 24.3.2011. [Viitattu 10.10.2016].

Valtioneuvoston asetus 244/2014. Valtioneuvoston asetus uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta annetun valtioneuvoston asetuksen 3 §:n muuttamisesta. 20.3.2014 [Viitattu 10.10.2015]

Vakkilainen, E., Kivistö, A., & Tarjanne, R. (2012). Sähkön tuotantokustannusvertailu. Tutkimusraportti/Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. LUT Energy.

VTT (2015a). Suomen tuulivoimatilastot. Suomen tuulivoimatuotanto vuosi- ja kuukausitasolla. [Viitattu 25.9.2015]. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/palvelut/v%C3%A4h%C3%A4hiilinen-energia/tuulivoima/suomen-tuulivoimatilastot>

VTT (2015b). Suomen tuulivoimatilastot. Nykyiset laitokset ja tuulivoimahankkeet. [Viitattu 25.9.2015] Saatavilla: <http://www.vtt.fi/palvelut/v%C3%A4h%C3%A4hiilinen-energia/tuulivoima/suomen-tuulivoimatilastot>