

Tuulivoimalatekniikan kehityksen vaikutus syöttötariffin tasoon

27.7.2015



Raportin laatinut:

Tapio Pitkäranta

Diplomi-insinööri,
Tekniikan lisensiaatti

Tiivistelmä

Tuulivoiman tuotantotuen eli syöttötariffin suuruus laskettiin vuonna 2009 käyttäen historiallisesti toteutuneita tuulivoimaloiden tuotantotilastoja. Tuolloisen VTT:n laskelman mukaan tariffin tasoksi määrittyi 83,5 €/MWh. Asiaa selvittänyt työryhmä suositti laskelman päivittämistä mikäli kustannustaso muuttuu [1], [2].

Kustannustaso on muuttunut merkittävästi. Uusien tuulivoimaloiden tekniikka on kehittynyt ja kasvaneet mittasuhteet ovat nostaneet huipunkäytöntunteja vuoden 2009 laskelman tasosta (2400 tuntia) kymmenillä prosenteilla. Uudet voimala-alueet Suomessa, Tanskassa ja Yhdysvalloissa toimivat noin 3200 - 3600 huipunkäytöntunnin tasoilla.

Voimalaitos	Teho kW	Valmistaja	Huipunkäytön tunnit	Kapasiteettikerroin	Q2-2015	Q1-2015	Q4-2014	Q3-2014	Q2-2014	Q1-2014	Q4-2013
TW Onkalonperä 1	9 000	Vestas	3 539	40,4 %	0,0 %	56,4 %	41,4 %	26,0 %	30,0 %	43,9 %	44,8 %
TW Putaankangas 1	9 000	Vestas	3 170	36,2 %	0,0 %	51,4 %	35,6 %	22,7 %	26,6 %	39,2 %	41,7 %
Puuska tuulivoimapuisto	28 800	Siemens	3 360	38,4 %	0,0 %	53,6 %	37,4 %	23,7 %	23,2 %	42,9 %	44,3 %
Raahen T6, T7, T8, T9	9 200	Siemens	3 338	38,1 %	0,0 %	52,2 %	35,8 %	21,6 %	31,3 %	36,2 %	51,5 %
Tw Olhava 1	24 000	Vestas	3 610	41,2 %	0,0 %	55,9 %	41,7 %	26,9 %	31,4 %	43,2 %	48,1 %
TW Tervola 1	30 000	Vestas	3 070	35,0 %	0,0 %	51,0 %	35,1 %	24,5 %	23,0 %	30,0 %	41,7 %
Tuulipuisto Ristiveto	13 800	Siemens	3 389	38,7 %	0,0 %	51,8 %	39,0 %	25,0 %	30,5 %	35,9 %	49,9 %
Pirttisellä	21 000	Siemens	3 231	36,9 %	0,0 %	48,9 %	36,0 %	17,8 %	29,2 %	35,7 %	43,7 %
Kirkkokallio - Honkajoki	21 600	Nordex	3 120	35,6 %	0,0 %	41,4 %	37,1 %	21,8 %	29,9 %	35,6 %	47,8 %

Kuva: toteutuneet huipunkäytönajat merkittävistä tuulivoima-alueista (Nordex, Vestas, Siemens)

Tuulivoimalan investointikustannus ei ole merkittävästi kasvanut suhteessa nimellistehoyksikköä (MW) kohden. Kun huipunkäytöntunteja on aiempaa enemmän, tuulivoimayrittäjä tuottaa samalla investoinnilla selvästi enemmän sähköä kuin vuonna 2009. Näistä syistä johtuen tuulivoimalla tuotetun sähkön kustannukset merkittävästi laskeneet – käytännössä tuotantokustannukset ovat puolittuneet lyhyessä ajassa.

Syöttötariffin taso tulisi laskea Suomessa uudelleen päivitettyillä huipunkäytöntunneilla, jotka vastaavat tämän päivän tekniikkaa. Vuoden 2015 tekniikka ja voimalat huomioiden huipunkäytöntuntien määrä on 3000 – 3600 välillä.

Vuoden 2015 lukemilla päivitetty syöttötariffin taso olisi välillä 42 €/MWh – 60 €/MWh.

Sisällysluettelo

Tuulivoimalatekniikan kehityksen vaikutus syöttötariffin tasoon	1
Sisällysluettelo	3
Suomen syöttötariffin piirissä olevat tuulivoimalat	4
Nimellisteho: kVA ja kW	4
Tuulivoimaloiden huipunkäytön tunnit	5
Huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet Suomessa	5
Huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet Tanskassa	6
Huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet Yhdysvalloissa	7
Tuulivoiman investointikustannukset	8
Huipunkäytöntuntien vaikutus syöttötariffiin	9
Viitteet	11

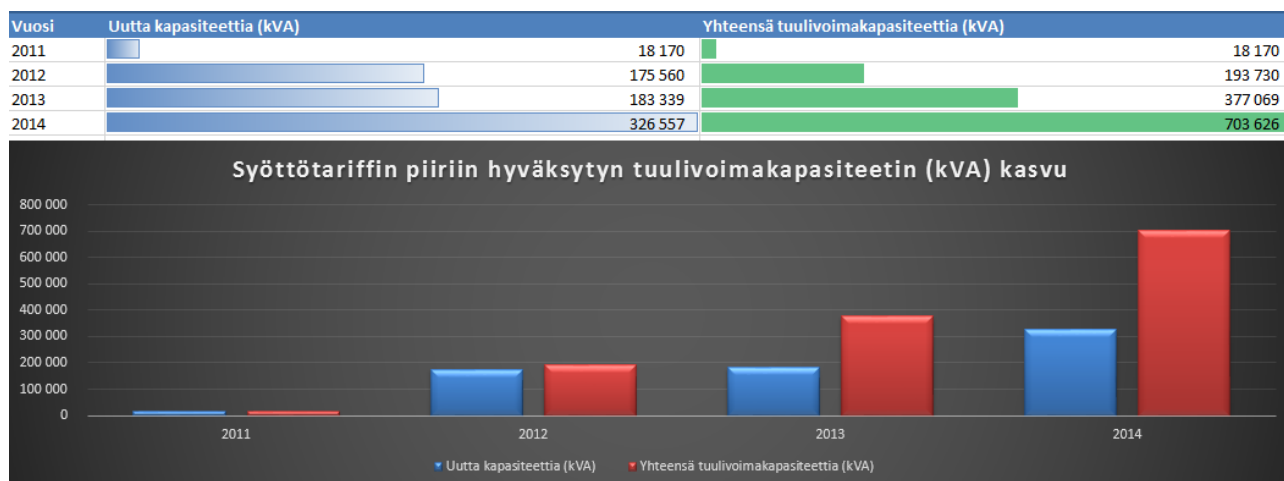


Lyhtenteitä:

- MW = Megawatti eli Tehon yksikkö
- VA = Volttiampeeri eli näennäistehon yksikkö – melko lähellä Wattia tuulivoimaloiden yhteydessä
- MWh = Megatattitunti eli energian yksikkö
- Nimellisteho = Maksimiteho jonka voimala kovalla tuulella tuottaa
- Huipunkäytöntunnit = Kapasiteettikerroin x 24 x 365
 - Huipunkäytöntunnit = Kuinka monena tuntina keskimäärin voimala tuottaa sähköä täydellä teholla (vuodessa 24 h x 365 vrk/vuosi = 8760 h/vuosi)
 - Kapasiteettikerroin = Kuinka suurella osuudella nimellistehosta tuulivoimala keskimäärin toimii

Suomen syöttötariffin piirissä olevat tuulivoimalat

Suomen syöttötariffin piirissä olevien tuulivoimaloiden listauksen saa Energiaviraston Tuotantotuki-järjestelmästä [3]. Syöttötariffin piiriin hyväksytyn tuulivoimakapasiteetin määrä on kasvanut viime vuosina nopeasti kuten seuraavasta kuvasta käy ilmi:



Kuva: Syöttötariffin piiriin hyväksytyn tuulivoimakapasiteetin kasvu

Tällä hetkellä syöttötariffin alkuperäisen kiintiön piiriin (2500 MVA) on tarjolla runsaasti hakijoita. Pelkästään Energiviraston laskurissa on raportin kirjoittamisen hetkellä 3 100 kVA hakemuksia jonossa (<https://tuotantotuki.emvi.fi/QuotaCounter>):



Kuva: Syöttötariffin piiriin hyväksytyjen ja jonottavien hankkeiden tilanne (23.7.2015)

Vastaavasti yhteensä hankkeita on valmisteilla yhteensä yli 11 000 MW [8] eli moninkertainen määrä nykyiseen syöttötariffiin nähden.

Nimellisteho: kVA ja kW

Tuulivoimalaitoksen nimellistehoa kuvataan kahdella yksiköllä: voltiampeeri tai watti. Syöttötariffin kiintiö on määritelty voltiampeereina eli mukana on pätötehon lisäksi näennäisteho. Suomen syöttötariffijärjestelmän piirissä olevien tuulivoimaloiden

voltiampeereissa ilmoitetun tehon suhde wateissa ilmoitettuun vaihtelee 1,05 ja 1,28 välillä. Nyrkkisääntönä voidaan käyttää 1,1 – 1,2 välissä olevia kertoimia. Tällöin tavanomaisen 3,3 MW voimalaitoksen nimellisteho on 3,3MW eli noin 3,9 MVA

Tuulivoimaloiden huipunkäytön tunnit

Huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet Suomessa

Tuulivoimalaitoksessa käytetään yleisesti kahta termiä kuvaamaan tuotetun sähkön määrää suhteessa teoreettiseen maksimiin: huipunkäytöntunteja tai kapasiteettikerrointa.

Jos voimalaitos saavuttaa 2800 huipunkäytöntuntia ja nimellisteho on 3,3 MW, voimalaitos tuottaa vuodessa sähköä:

- $2800 \text{ h/vuosi} \times 3,3\text{MW} = 9240 \text{ MWh/vuosi}$

Saman asian voi ilmaista kapasiteettikertoimenä vuoden kaikkien tuntien kautta: jos tuulivoimalaitos tuottaa sähköä 32% kapasiteettikertoimella, 3,3 MW voimalaitos tuottaa vuodessa sähköä:

- $24 \text{ h} \times 365 \text{ h/vuosi} \times 0,32 \times 3,3 \text{ MW} = 9240 \text{ MWh/vuosi}$

Tuulivoimalla tuotetun sähkön määrät ja voimaloiden nimelliskapasiteetti voi tarkastaa Energiaviraston Tuotantotuki-järjestelmästä [3]. Tästä järjestelmästä voi laskea myös tuulivoimaloiden huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet.

Syöttötariffin alkuvaiheessa tuulivoimayrittäjät hankkivat tuulivoimaloita myös valmistajilta, jotka ovat nyt jo menneet konkurssiin. Merkittävimpiä Suomeen tällä hetkellä tuulivoimaloita toimittavia valmistajia ovat Nordex, Vestas, Gamesa ja Siemens.

Osasta voimala-alueista ei ole vielä yli vuoden kattavia tilastoja. Seuraavassa poiminnassa on listattu vähintään 9 MW tuulivoima-alueet joissa toimittajana on Nordex, Vestas tai Siemens:

Voimalaitos	Teho kW	Valmistaja	Huipunkäytön tunnit	Kapasiteettikerroin	Q2-2015	Q1-2015	Q4-2014	Q3-2014	Q2-2014	Q1-2014	Q4-2013
TW Onkalonperä 1	9 000	Vestas	3 539	40,4 %	0,0 %	56,4 %	41,4 %	26,0 %	30,0 %	43,9 %	44,8 %
TW Putaankangas 1	9 000	Vestas	3 170	36,2 %	0,0 %	51,4 %	35,6 %	22,7 %	26,6 %	39,2 %	41,7 %
Puuska tuulivoimapuisto	28 800	Siemens	3 360	38,4 %	0,0 %	53,6 %	37,4 %	23,7 %	28,2 %	42,9 %	44,3 %
Raahen T6, T7, T8, T9	9 200	Siemens	3 338	38,1 %	0,0 %	52,2 %	35,8 %	21,6 %	31,3 %	36,2 %	51,5 %
Tw Olhava 1	24 000	Vestas	3 610	41,2 %	0,0 %	55,9 %	41,7 %	26,9 %	31,4 %	43,2 %	48,1 %
TW Tervola 1	30 000	Vestas	3 070	35,0 %	0,0 %	51,0 %	35,1 %	24,5 %	28,0 %	30,0 %	41,7 %
Tuulipuisto Ristiveto	13 800	Siemens	3 389	38,7 %	0,0 %	51,8 %	39,0 %	25,0 %	30,5 %	35,9 %	49,9 %
Pirttiselmä	21 000	Siemens	3 231	36,9 %	0,0 %	48,9 %	36,0 %	27,8 %	29,2 %	35,7 %	43,7 %
Kirkkokallio - Honkajoki	21 600	Nordex	3 120	35,6 %	0,0 %	41,4 %	37,1 %	21,8 %	29,9 %	35,6 %	47,8 %

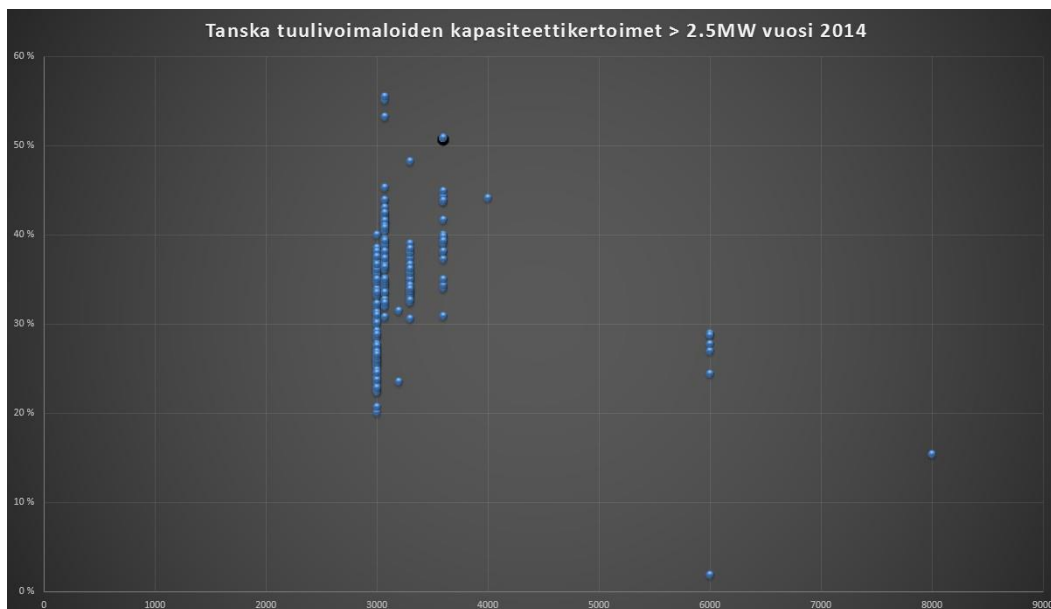
Kuva: toteutuneet huipunkäytönajat merkittävistä tuulivoima-alueista (Nordex, Vestas, Siemens)

Kuten kuvasta nähdään, toteutuneet huipunkäytön tunnit ovat 3000 – 3600 välimaastossa ja vastaavat kapasiteettikertoimet ovat 35 – 41% tasolla. Huipunkäytöntuntien keskiarvo on näissä voimala-alueissa noin 3200 tuntia ja vastaava kapasiteettikerroin 37%.

Huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet Tanskassa

Tanskassa on tällä hetkellä toiminnassa noin 5380 tuulivoimalaa [7]. Näistä vain reilut 300 voimalaa ovat samaa kokoluokkaa kuin Suomeen tällä hetkellä rakennettavat teollisen mittaluokan voimat: yli 2,5 MW nimellisteho.

Vuonna 2014 Tanskassa yli 2,5 MW voimaloiden kapasiteettikertoimien painottamaton keskiarvo oli 39% eli vastaava huipunkäytönaika oli noin 3420 tuntia:



Kuva: Tanskan kapasiteettikertoimet 2014 voimalat yli 2.5 MW
(Vaaka-akseli = teho kW, Pystyakseli: kapasiteettikerroin)

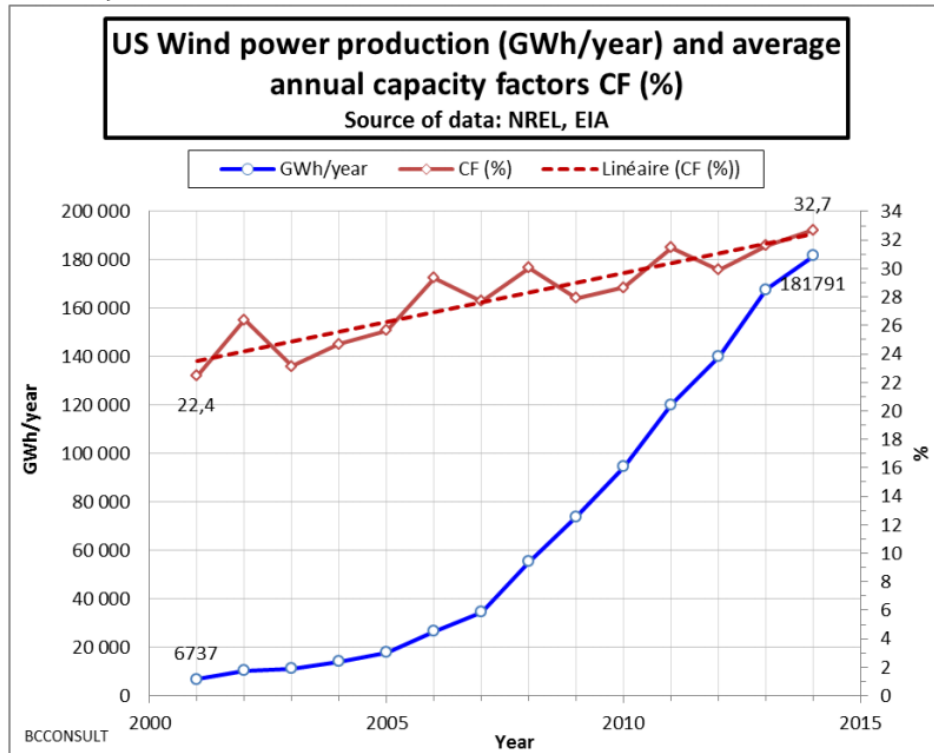
Vuonna 2015 tammi-toukokuussa vastaava 2,5 MW voimaloiden keskiarvo oli 42% eli lähes 3700 huipunkäytöntuntia koko vuotta ajatellen:



Kuva: Tanskan kapasiteettikertoimet 2015 voimalat yli 2.5 MW
(Vaaka-akseli = teho kW, Pystyakseli: kapasiteettikerroin)

Huipunkäytöntunnit ja vastaavat kapasiteettikertoimet Yhdysvalloissa

Yhdysvalloissa keskimääräinen kapasiteettikerroin on noussut vuoden 2001 tasolta: 22,4% (1962 huipunkäytöntuntia) aina vuoden 2014 aikana saavutetun 32,7% tasolle (2864 huipunkäytöntuntia):



Kuva: Yhdysvallat: tuulivoimaloiden keskimääräisen kapasiteettikertoimen kehitys [6]

Näissä numeroissa pitää huomioida, että kysymys on keskiarvoista koko asennetun massan tasolla. Jos katsotaan osavaltiotasolla kapasiteettikertoimia niin huomataan, että muutamissa osavaltioissa on jo ohitettu Tanskan huipunkäytöntunnit/kapasiteettikerroin:

2014 wind power annual average capacity factors by States
(Note: data for Wisconsin corrected with 2014 capacity from AWEA and not from EIA)

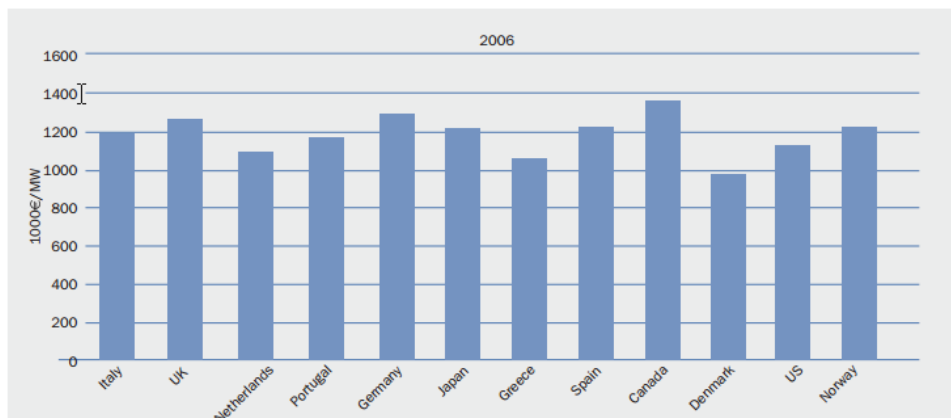
Rank	Ranking by Full-load hours Nh and capacity factor. Average: Nhm=2,863 h/y; CFm=32.7		
	STATE	Nh (h/y)	CF (%)
1	Nebraska	4 897	55,9%
2	Kansas	4 082	46,6%
3	South Dakota	3 653	41,7%
4	Oklahoma	3 644	41,6%
5	North Dakota	3 432	39,2%
6	Wisconsin	3 415	39,0%
7	Montana	3 160	36,1%
8	Minnesota	3 158	36,1%
9	Wyoming	3 138	35,8%
10	Michigan	3 128	35,7%
11	Iowa	3 073	35,1%
12	Colorado	3 037	34,7%
13	Massachusetts	3 011	34,4%
14	Texas	2 992	34,2%
15	Idaho	2 886	32,9%
16	Illinois	2 859	32,6%
17	New Mexico	2 847	32,5%
18	Hawaii	2 845	32,5%

	STATE	Nh (h/y)	CF (%)
19	Ohio	2 716	31,0%
20	Pennsylvania	2 667	30,4%
21	Alaska	2 567	29,3%
22	Vermont	2 546	29,1%
23	Maine	2 543	29,0%
24	West Virginia	2 488	28,4%
25	Washington	2 471	28,2%
26	Missouri	2 467	28,2%
27	New Hampshire	2 439	27,8%
28	Oregon	2 398	27,4%
29	California	2 383	27,2%
30	Maryland	2 314	26,4%
31	New York	2 284	26,1%
32	Indiana	2 131	24,3%
33	Utah	2 050	23,4%
34	Nevada	2 000	22,8%
35	Arizona	1 989	22,7%
36	Tennessee	1 753	20,0%
37	New Jersey	1 600	18,3%

Kuva: Yhdysvaltojen keskimääräiset kapasiteettikertoimet osavaltioittain [6]

Tuulivoiman investointikustannukset

Tuulivoiman investointikustannukset nimellistehoyksikköä kohden (MW) ovat olleet laskusuunnassa. Karkeana nyrkkisääntönä yhden megawatin teho vaatii reilun miljoonan euron investoinnin. Vuonna 2006 EWEA:n keräämä investointikustannuksista näytti tältä:



Kuva: Tuulivoiman investointikustannukset (€/MW) vuonna 2006 [6]

Kehittyneillä markkinoilla kuten Yhdysvalloissa tällä hetkellä raportoidaan hieman tätä matalampia investointikustannuksia: 1,0 M\$/MW investointikulu maatuulivoimaloissa ja merivoimaloissa 1,6 M \$/MW [7].

Laskevan investointikustannuksen kehityksen kuvaa myös tuore raportti [9]:

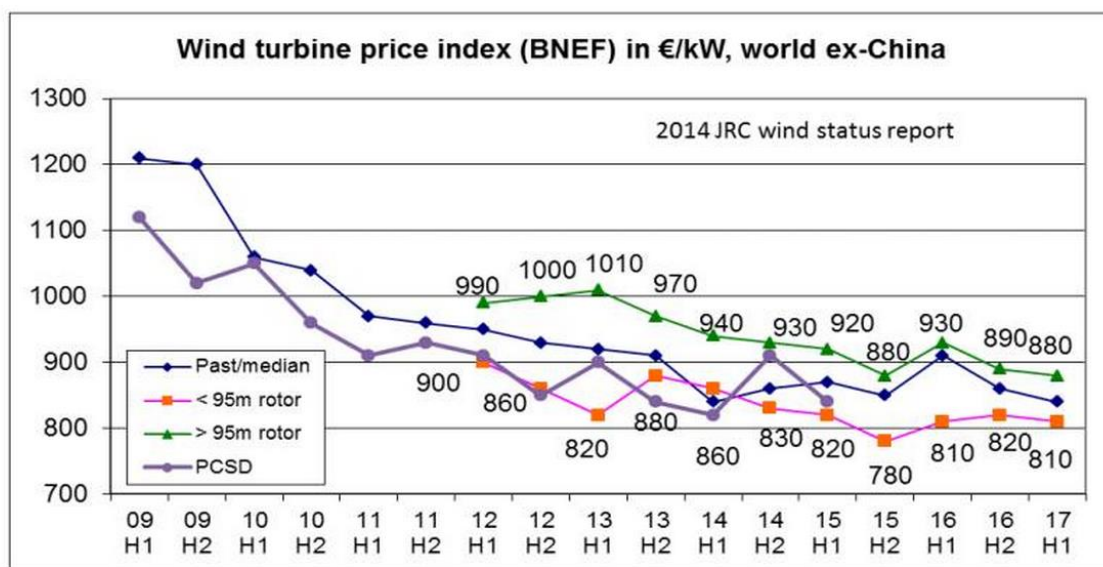


Figure 32: Evolution of wind turbine prices based on the year of delivery (past/median, less or more than 95 metres rotor) and per year of contract signature (PCSD), except China. Source: BNEF (2015c).

Suomessa syöttötariffia määritettäessä käytettiin investointikuluna 1,4 M€ / MW. Voidaan todeta, että investointikulu on ollut tuon jälkeen hienoisessa laskusuunnassa.

Huipunkäytöntuntien vaikutus syöttötariffiin

Syöttötariffiryhmän loppuraportissa [1] on mukana syöttötariffin tason määrittävät tekniset ja taloudelliset parametrit. Näistä muodostetun laskelman lopputuloksena syöttötariffin tasoksi määrittyi 83,5 €/MWh:

Taulukko 1. Työryhmän arvio sen tuulivoimahankkeen kustannuksista, joka määrittää tariffitason.

Parametri	Tariffitason määrittävä kustannustaso
Tekniset parametrit	
Investointikustannukset (€/kW)	1400
Huipunkäyttöaika (h/a)	2400
Laitosten tekninen käyttöikä (a)	20
Käyttö- ja huoltokustannukset (e/kW,a)	28
Tasehallinnan kustannukset (€/MWh)	2
Sähkön markkinahinta (€/MWh)	50
Taloudelliset parametrit	
Kiinteistöveron kuluerä (€/MWh)	1,6
Oman pääoman osuus (%)	30
Oman pääoman tuottovaatimus (%)	10
Lainapääoman korko (%)	5
Kirjanpidollinen poistoaika (a)	15
Laina-aika (a)	12
Tuen maksatusaika (a)	12
Tarvittava tariffitaso (€/MWh)	83,5
Maksettava tariffi, jos sähkön hinta 50 €/MWh	33,5

Vuonna 2009 toiminut syöttötariffiryhmä käytti väliraportissaan [1] ja loppuraportissaan [2] huipunkäytöntunteina siis 2400 tuntia. Edellisten kappaleiden perusteella voimme todeta, että tuulivoimalatekniikka on huomattavasti kehittynyt viimeisien vuosien aikana. Tuulivoimalat tuottavat selvästi enemmän sähköä kuin vuonna 2009 kuviteltiin.

Tekniikan kehitys oli syöttötariffiryhmän tiedossa ja loppuraportissa suositellaankin:

- *"Työryhmä ehdottaa, että hallinnollisesti asetettavan tariffin tasoa tarkistettaisiin tarvittaessa. Tariffin tasoa tarkistettaisiin, jotta voitaisiin huomioida muuttunut kustannustaso, ja muutettu tariffitaso koskisi vain uusia tuottajia."* [1]

Syöttötariffin taso olisi nyt välittömästi hallinnollisesti tarkastaa ja päivittää vuoden 2009 laskelma vastaamaan tämän päivän tuulivoimatekniikan lukemia. Seuraavassa kuvassa on haarukoitu syöttötariffin tasoa käyttäen viittä eri huipunkäyttötuntien määrää sekä lievästi laskien investointien ja korkojen tasoa kohti tämän päivän toteutuneita lukemia:

Syöttötariffin taso: syöttötariffiryhmän raportti vuodelta 2009

http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf

Sivu 32, taulukko 3: VTT:n laskema tariffi

	TEM 2009	Vuosi 2014	Vuosi 2015	Vuosi 2018	Vuosi 2020
Syöttötariffin taso	83,70 €	60,74 €	52,21 €	45,95 €	42,19 € /MWh
Tekniset parametrit					
Investointikustannukset	1400	1300	1200	1100	1100 €/kW
Huipunkäyttöaika	2400	2800	3000	3200	3500 h/a
Laitosten tekninen käyttöikä	20	20	20	20	20
Käyttö- ja huoltokustannukset	28	28	28	28	28 €/kW
Tasehallinnan kustannukset	2	2	2	2	2 €/MWh
Sähkön markkinahinta	50	36	30	30	30
Taloudelliset parametrit					
Kiinteistövero voimalaa kohden		10 000 €	10 000 €	10 000 €	10 000 € €/a
Kiinteistöveron kuluerä	1,6	1,1	1,0	0,9	0,9 €/MWh
Oman pääoman osuus	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %
Oman pääoman tuottovaatimus	10 %	8 %	7 %	7 %	7 %
Lainapääoman korko	5 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Kirjanpidollinen poistoaika	15	15	15	15	15 a
Laina-aika	12	12	12	12	12 a
Tuen maksatusaika	12	12	12	12	12
Case					
Voimalaitoksen nimellisteho	3300	3300	3300	3300	3300 kW
Taloudelliset parametrit					
Investointikustannukset	4 620 000 €	4 290 000 €	3 960 000 €	3 630 000 €	3 630 000 €
Oma pääoma	1 386 000 €	1 287 000 €	1 188 000 €	1 089 000 €	1 089 000 €
Oman pääoman tuotto	138 600 €	102 960 €	83 160 €	76 230 €	76 230 € a
Laina	3 234 000 €	3 003 000 €	2 772 000 €	2 541 000 €	2 541 000 €
Korot	95 377 €	51 438 €	47 481 €	43 524 €	43 524 € a
Poisto per vuosi	308 000 €	286 000 €	264 000 €	242 000 €	242 000 € a
Käyttö- ja huoltokustannukset	92 400 €	92 400 €	92 400 €	92 400 €	92 400 € a
Vuosikulut	634 377 €	532 798 €	487 041 €	454 154 €	454 154 €
Tasehallinnan kustannukset	2	2	2	2	2 €/MWh
Kiinteistövero	1,6	1,1	1,0	0,9	0,9 €/MWh
Tuotettu sähkö	7 920	9 240	9 900	10 560	11 550 MWh
Tariffin perustaso	80,10 €	57,66 €	49,20 €	43,01 €	39,32 €
Tariffin taso	83,70 €	60,74 €	52,21 €	45,95 €	42,19 €
Laina					
Laina yhteensä	3 234 000 €	3 003 000 €	2 772 000 €	2 541 000 €	2 541 000 €
Tasaerä	364 877 €	301 688 €	278 481 €	255 274 €	255 274 €
Yhteensä	4 378 529 €	3 620 252 €	3 341 771 €	3 063 290 €	3 063 290 €
Korot	1 144 529 €	617 252 €	569 771 €	522 290 €	522 290 €
Korko	95 377 €	51 438 €	47 481 €	43 524 €	43 524 €

<http://www.math.jyu.fi/matyl/peruskurssi/talousmatematiikkaa/korkor3.8.htm>

Laskelma: Syöttötariffiryhmän laskelma päivitettyillä parametreilla

Kuten laskelmasta nähdään, syöttötariffin päivitetty taso vaihtelee 42 – 60 €/MWh välillä. Merkittävin tasoon vaikuttava parametri on huipunkäyttöaika.

Viitteet

[1] SYÖTTÖTARIFFITYÖRYHMÄN LOPPURAPORTTI: Ehdotus tuulivoimalla ja biokaasulla tuotetun sähkön syöttötariffiksi

URL: https://www.tem.fi/files/24645/Syottotariffityryhman_loppuraportti_29-09-09.pdf

[2] EHDOTUS TUULIVOIMAN SYÖTTÖTARIFFIKSI, Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2.4.2009

URL: http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffityryhman_valiraportti_020409.pdf

[3] Energiavirasto, Tuotantotukijärjestelmä

URL: <https://tuotantotuki.emvi.fi/>

[4] Energi Styrelsen: Stamdataregister for vindmøller

<http://www.ens.dk/info/tal-kort/statistik-noegletal/oversigt-energisektoren/stamdataregister-vindmoller>

[5] Bernard Chabot: The fast shift towards the « silent wind power revolution » in USA and the related huge energy and economic benefits

<http://cf01.erneuerbareenergien.schluetersche.de/files/smfiledata/4/7/8/6/3/2/114bSWRcaseUSA.pdf>

[6] European Wind Energy Association (EWEA): The Economics of Wind Energy

http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Economics_of_Wind_Energy.pdf

[7] M.Ragheb, Economics of Wind Energy

<http://mragheb.com/NPRE%20475%20Wind%20Power%20Systems/Economics%20of%20Wind%20Energy.pdf>

[8] Suomen tuulivoimayhdistys: Teollinen tuulivoima Suomessa

URL: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/hankelista>

[9] Joint Research Centre: 2014 JRC wind status report - Technology, market and economic aspects of wind energy in Europe

http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC96184/regno_jrc96184_2014%20jrc%20wind%20status%20report%20-%20online%20version.pdf