

1) KYSYMYS:

Kuinka nopeasti tuulivoimalaitos maksaa sen rakentamisen ja pystyttämiseen käytetyn energian takaisin?

VASTAUS:

Tuulivoimalaitoksen rakentamisen yhteydessä energiaa kuluu mm. metallien tuotantoon, kuljetuksiin, konepajavalmistukseen sekä lapamuovien raaka-aineisiin ja tuotantoon. Lisäksi rakennuspaikalla maanrakennustöihin ja betonin tekoon kuluu energiaa. Pystytyksessä tarvitaan nostureita (Nalukowe et al, 2006).

Pystytetyn tuulivoimalaitoksen energian tuotanto riippuu sijoituspaikan tuulisuudesta ja laitteiden toiminnan luotettavuudesta. Suomessa kannattavaksi arvioidulle sijoituspaikalle rakennettu yhden megawatin maatuulivoimalaitos tuottaa 2100...2400 MWh vuodessa.

Euroopan tuulienergiajärjestö EWEA on arvioinut, että tuulivoimalaitos tuottaa sen valmistamiseen, pystyttämiseen käytetyn ja kunnossapitoon ja käytöstä poistoon myöhemmin tarvittavan energian takaisin 3...6 kuukaudessa (EWEA). Toisissa lähteissä on varovaisesti päädytty noin yhden vuoden energiatakaisinmaksuaikaan (esim Nalukowe et al, 2006)

VIITTEET:

EWEA, European wind Energy Association web pages, FAQ
(<http://www.ewea.org/index.php?id=1884>)

B Nalukowe et al, Life Cycle Assessment of a Wind Turbine
(<http://www.infra.kth.se/fms/utbildning/lca/projects%202006/Group%2007%20%28Wind%20turbine%29.pdf>)

2) VÄITE:

Kuinka paljon tuulivoimalaitoksiin kuluu harvinaisia materiaaleja?

VASTAUS:

Tuulivoimalaitoksen tornit ovat terästä ja joskus betonia, varsin tavallisia materiaaleja. Perustukset, kuten mitkä tahansa rakennusten perustukset, ovat taas betonia ja tukiterästä. Itse konehuone rakennetaan varsin tavanomaisista sähköteknisistä ja mekaanisista laitteista, joissa on terästä, valurautaa, kuparia ja jonkin verran alumiinia (Nalukowe et al, 2006). Roottorit tehdään lasikuidusta ja hiilikuiduista. Kestomagneetteja käytävissä generaattoreissa tarvitaan neodymiumia.

Tuulivoimalaitosten valmistukseen ei siis käytetä mitään eksoottisia raaka-aineita, joiden saatavuus olisi ongelma.

Tuulivoimalaitoksen materiaaleista suurin osa voidaan kierrättää, teräksestä, raudasta ja kuparista jopa 90% ja lasikuitu ja muovi voidaan hyödyntää energijätteenä (Nalukowe et al, 2006). Purkujätteistä vai betoni, kuten muistakin purettavista rakennelmista, päättyy kaatopaikalle tai maantäyttöaineeksi.

VIITTEET:

B Nalukowe et al, Life Cycle Assessment of a Wind Turbine
(<http://www.infra.kth.se/fms/utbildning/lca/projects%202006/Group%2007%20%28Wind%20turbin%29.pdf>)

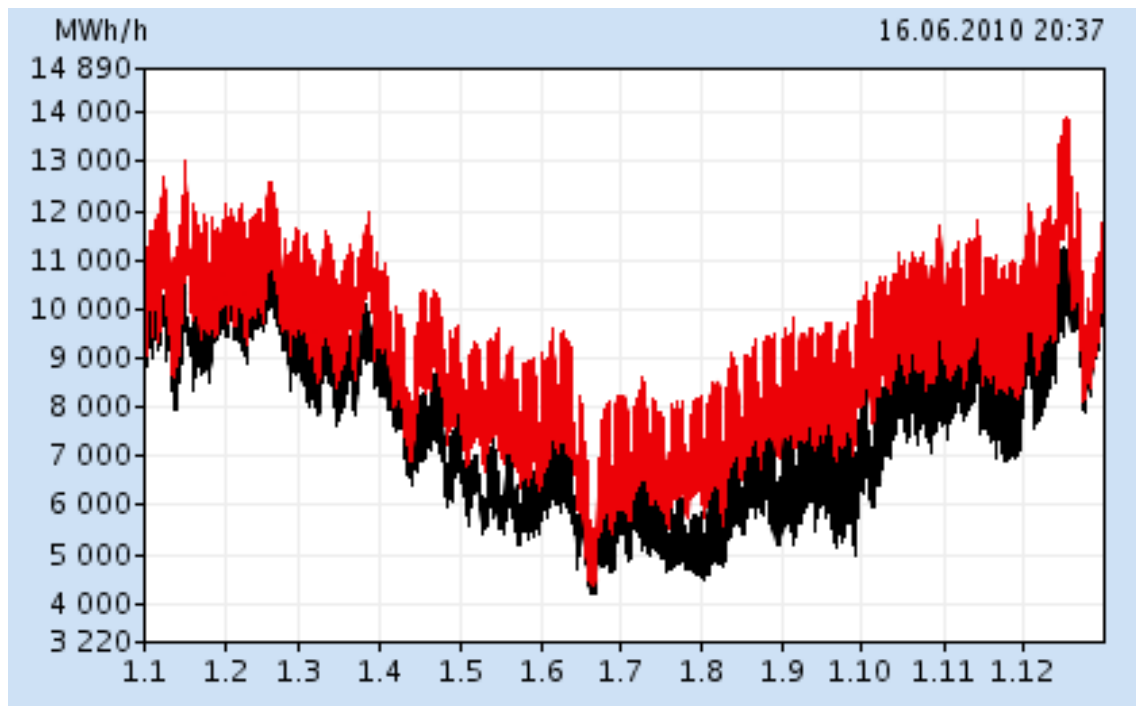
3) KYSYMYS:

Tarvitseeko tuulivoima säätövoimaa? Kuinka paljon?

VASTAUS:

Sähkön kulutuksen vaihtelut ovat suuria, kuten oheisesta Suomen kantaverkkoyhtiön Fingridin kuvasta näkyy. Sähköjärjestelmää säädetään kokonaisuutena. Tyypillisesti pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä säätämiseen käytetään vesivoimaa, mutta tilanteesta riippuen myös lämpövoimalaitoksia. Tuulivoiman lisääntyminen järjestelmässä lisää säädön käyttöä, mutta uusia voimaloita ei sitä varten tarvitse rakentaa Suomeen nyt suunnitellulla 2000...2500 MW tuulivoimamäärällä.

Sähkön kulutuksen vaihtelut ovat suuria, kuten oheisesta Suomen kantaverkkoyhtiön Fingridin kuvasta näkyy. Huipputehontarve on yli kaksinkertainen minimitehon tarpeeseen verrattuna. Normaali vuorokausivaihtelu on 2000 MW luokkaa, eli lähes saman verran kuin tuulivoimatehoa on suunniteltu rakennettavan Suomeen seuraavan 10 vuoden aikana. On selvää, että järjestelmään tarvitaan – ja siihen mahtuu – monia eri sähköntuotantotapoja ja suuri määrä erilaisia voimalaitoksia.



KUVA: Sähkön kulutuksen ja tuotannon vaihtelu Suomessa v 2009. Punainen viiva on sähkön kulutus ja musta sähkön tuotanto (Lähde: Fingrid)

On erotettava kolme käsitettä: säätövoima, varavoima ja häiriöreservi, jotka menevät julkisessa keskustelussa usein sekaisin. Näitä kaikkia tarvitaan sähköjärjestelmässä riippumatta siitä, onko mukana tuulivoimaa vai ei. Sähköjärjestelmän on pystyttävä reagoimaan suurten voimalaitosten äkilliseen irtautumiseen verkosta, isoihin kulutuspiikkeihin ja vastaaviin muutoksiin. Tuulivoiman lisääminen sähköjärjestelmään on vain yksi haaste monien muiden joukossa, eikä välttämättä suinkaan vaikein.

Säätövoimalla korjataan ennusvirheet, jotka syntyvät kulutuksessa ja tuotannossa markkinoiden sulkeutumisen jälkeen. Pohjoismaisilla avoimilla sähkömarkkinoilla kulutuksen ja tuotannon ennustettu normaali vaihtelu hoidetaan jo sähkömarkkinoilla. Sähköjärjestelmä on suunniteltu ottamaan ennusvirheet huomioon. Ennusvirheitä tuottavat muun muassa:

- Virheet tavallisen sähkönkulutuksen ennustamisessa
- Teollisuuden isojen koneiden yllättävät käynnistämiset ja pysäyttämiset (esimerkiksi yksi ainoa paperimassan tekoon käytettävä hierrin ottaa jopa 8 MW tehon)
- Virhe ulkolämpötilan ennusteessa, sillä lämpötilan laskiessa lisääntyy aina sähkön kulutus
- Voimalaitoksen yllättävä toimintakatko
- Virheet tuulivoimatuotannon ennustamisessa

Sähköjärjestelmää säädetään kokonaisuutena, ei minkään yksittäisen yllämainitun muutoksen seurauksena. Eli kuumahiertimellä ei ole omaa varavoimaa sen enempää kuin yksittäisellä tuulivoimalaitoksellaakaan. Tyypillisesti pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä säätämiseen käytetään vesivoimaa, mutta tilanteesta riippuen myös lämpövoimalaitoksia. Esimerkiksi lämpövoimalaitoksen käynnistämistä voidaan aikaistaa, jos kulutus lisääntyykin arvioitua aiemmin.

Tuulivoiman lisääntyminen järjestelmässä lisää säädön käyttöä, mutta uusia voimaloita ei sitä varten tarvitse rakentaa Suomeen nyt suunnitellulla 2000...2500 MW tuulivoimamäärällä.

Sähköjärjestelmässä on yleensä mahdollisuuksia lisätä säätövoimaa sekä olemassa olevista että suunnitteilla olevista voimalaitoksista että kulutusjoustojen kautta, joten uuden säätövoimakapasiteetin rakentamista ei välttämättä tarvita.

Tuulen muutoksien ennustamiseksi on viime vuosina kehitetty menetelmiä, ja monissa maissa käytetäänkin tunnin, muutaman tunnin ja vuorokauden ennustemalleja. Näin tuulen vaihteluihin voidaan varautua varsin hyvin ennalta ja tuulivoiman aiheuttama säätövoiman käyttötarve pienenee.

Tuulivoima siis lisää säätövoiman käyttöä, ja jos tuulivoimaa on järjestelmässä hyvin paljon, on mahdollista, että myös säätövoimakapasiteettia on lisättävä. Suomeen nyt suunnitellulla tuulivoiman määrällä uusia säätövoimaloita ei tarvita.

Varavoimalla puolestaan varaudutaan ennalta tiedossa olevaan tavallista suurempaan huippukysyntään tai korkean kysynnän kanssa samanaikaiseen vähennykseen käytettävissä olevassa voimalatehossa. Suomessa tätä tehtävää hoitavat muuten kallista sähköä tuottavat (ja siksi muutoin seisovat) hiililauhdevoimalat ja kaasuturpiinit. Ne voidaan käynnistää jos esimerkiksi ison ydinvoimalan 460...1600 MW teho ei olekaan käytössä korkean kulutuksen aikaan. Varavoiman tarpeen määrää ennusteet huippukulutuksesta ja voimalaitosten huippukulutuksen aikainen käyttövarmuus.

Kun rakennetaan uutta kapasiteettia, myös tuulivoimaa, voidaan järjestelmästä poistaa tuotantokapasiteettia ja samalla pitää järjestelmän käyttövarmuus ennallaan. Suomen oloissa tuulivoiman kapasiteettivaikutus on kuitenkin selvästi pienempi kuin sen keskimääräinen tuotanto. Tuulivoiman lisääminen lisää koko järjestelmän luotettavuutta eikä aiheuta suoraan lisätarvetta varavaimalle. Siinä vaiheessa kun tuulivoimaa on niin paljon että se vähentää muiden laitosten käyttöaikoja, on mahdollista että tuulivoiman takia osa voimalaitoksista poistuu normaalista käytöstä. Tällöin varavoimakapasiteettia voidaan joutua lisäämään.

Häiriöreservillä varaudutaan suurten voimalaitosten häiriötilanteisiin, jolloin verkosta voi nopeasti kadota merkittävä määrä tuotantotehoa. Tuulivoima, jos ja kun sitä rakennetaan Suomeen lisää vaikkapa koko tavoitteena oleva 2000...2500 MW, jakautuu eri puolille maata, jolloin tuuliolosuhteetkaan eivät yht'äkkisesti pysäytä kaikkia niitä täydeltä teholta nolille. Näin ollen Suomeen rakennettavat tuulivoimalaitokset eivät vaikuta häiriöreservin mitoituskriteereihin.

LÄHTEET:

Holttinen 2004, The impact of large scale wind power production on the Nordic electricity system

Fingrid Oy, (http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/sahkomarkkinat/sahkon_kulutus_ja_tuotanto#)

4) KYSYMYS:

Kuinka säätövoiman käyttö vaikuttaa hiilidioksidipäästöihin?

VASTAUS:

Oleellisinta on tarkastella kokonaispäästöjä vuositasolla. Tässä tarkastelussa jokainen uusiutuvalla energialla tuotettu megawattitunti vähentää päästöjä verrattuna tilanteeseen, jossa sama sähkö olisi tuotettu hiilellä, kaasulla, öljyllä tai turpeella. Esimerkiksi tilanteessa, jossa 20 % sähköstä tuotetaan tuulivoimalla ja 80 % hiilivoimalla, päästöjä syntyy luonnollisesti vähemmän kuin tilanteessa jossa kaikki sähkö tuotettaisiin hiilivoimalla.

Tuulivoima lisää säätövoiman käyttöä ennusvirheidensä vuoksi. Jos ennusvirhettä ei olisi, tuulivoiman aiheuttamat päästövähennykset olisivat hieman nyt toteutuvaa suuremmat. Ero on kuitenkin varsin pieni. Koska tuulivoima aiheuttaa yhtä paljon alas ja ylössäätöä eli tuotannon vähentymistä ja tuotannon lisäämistä, tulee lisäkustannusta vain siitä että tuotantolaitokset joutuvat toimimaan pienemmällä hyötysuhteella tuottaessaan säätöä.

Lopputulos on, että tuulivoiman tarvitsema lisäsäädön tarve lisää päästöjä vain murto-osan verrattuna päästöjen vähenemiseen, joka syntyy kun tuulivoimalla tuotetut megawattitunnit syrjäyttävät vastaavan määrän muilla tavoilla tuotettua sähköä markkinoilta.

5) KYSYMYS:

Miksi Tanskassa on Suomea korkeammat hiilidioksidipäästöt, vaikka siellä on niin paljon tuulivoimaa? Ovatko Tanskan ja Saksan CO₂-päästöt kasvaneet, koska tuulivoiman säätövoima lisää päästöjä?

VASTAUS:

Tanskan korkeat hiilidioksidipäästöt eivät johdu tuulivoimasta; ilman tuulivoimaa Tanskan päästöt olisivat vielä suuremmat. Ennen tuulivoiman rakennusvaihetta Tanskan sähköntuotanto nimittäin nojautui hyvin vahvasti hiileen. Itse asiassa Tanskassa ei pelkästään tuulivoiman tarpeisiin ole vielä jouduttu rakentamaan lainkaan uutta säätövoimaa.

Eri maiden päästöt riippuvat käytetyistä energialähteistä. Vuonna 2008 Tanskan tuottamasta 131 PJ kokonaissähköstä 19 % (25 PJ) tehtiin uusiutuvalla energialla, mutta kaasua, kivihiihtä ja öljyä polttaen 70 % (92 PJ). Näin ollen Tanskassa todella energiantuotannon hiilipäästöt ovat suhteellisesti korkeat (9 ton/asukas eli 547 g/kWh) ja ne syntyvät normaalista sähköntuotannosta, ei pelkästään säätövoimasta (Energistyrelsen, 2008). Suomessa vastaava päästö vuonna 2008 oli 2,3 ton/asukas.

Myös Saksa on perinteinen hiilen, jopa erityisen saastuttavan ruskohiilen käyttäjä. Vaikka sinne on viimeisen 10-15 vuoden aikana rakennettu tuulivoimaa niin, että Saksan tuulivoiman tuotanto on maailman suurinta megawattitunteina, on tuulivoiman osuus kaikesta sähköntuotannosta kuitenkin vain noin 6 % (40TWh tuulta, fossiiliset noin 370 TWh ja kokonaistuotanto 638 TWh) (Statistisches Bundesamt Deutschland, 2009).

Suomessa taas sähköä tuotetaan monipuolisemmin, päästöttömillä vesi- ja ydinvoimalla noin 44 %, puuta, turvetta ja maakaasua polttaen teollisuuden ja kaukolämpölaitosten yhteistuotantovoimaloissa liki 30 %. Varsinaista hiililauhdesähkön osuus on 10 % luokkaa (Enegiateollisuus, 2009). Myöskään suuren tuonnin (15 %) päästöt eivät jää Suomen tilastoihin.

LÄHTEET:

Energistyrelsen: Energi i Danmark 2008 (http://www.ens.dk/da-DK/Info/TalOgKort/Statistik_og_noegletal/Aarsstatistik/Documents/Energi%20i%20Danmark%202008.pdf)

Statistisches Bundesamt Deutschland: Energie auf einen Blick, Ausgabe 2009 (http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Produzierendes_20Gewerbe/EnergieWasserversorgung/EnergieBlick,property=file.pdf)

6) KYSYMYS:

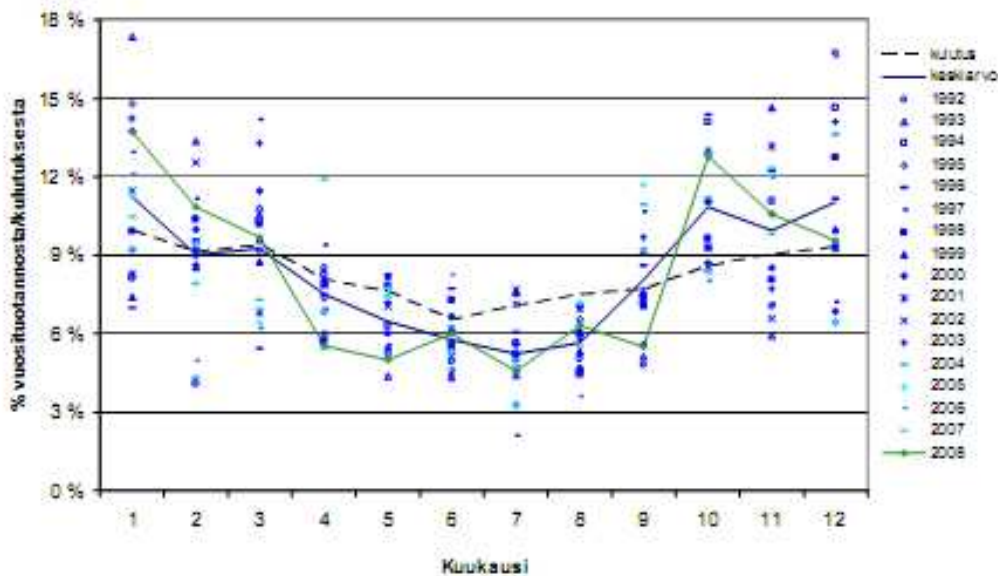
Tuottavatko tuulivoimalaitokset sähköä kovalla pakkasella.? Auttavatko tuulivoimalaitokset pakkaspäivien kulutshuipussa?

VASTAUS:

Me ihmiset havaitsemme tuulen ja tyvenen alle kahden metrin korkeudella maanpinnasta ja useimmiten kaukana sieltä, missä tuulivoimaa tuotetaan – suojaisella asuinalueella, toimistotalon seinänvierustalla tai metsän siimeksessä. Sadan metrin korkeudelle maanpinnasta avoimella merenrannalla tai tunturin huipulla tuulee kovaa myös paukkupakkasilla.

Suomessa tuulee eniten talvikuukausina ja selvästi vähemmän kesäkuukausina. VTT:n ylläpitämistä tuulivoiman tuotantotilastoraporteista ilmenee, että talvisaikaan (loka-maaliskuussa) on tuotettu 60 % vuotuisesta tuulisähköstä (VTT, Suomen tuulivoimatilastot). Suomessa lähellä maan pintaa tuulen nopeudet selvästi vaihtelevat vuodenajoittain merialueilla, rannikolla ja tuntureilla, kun taas sisämaassa tuulen kuukausittainen keskinopeus vaihtelee varsin vähän. Tuulen nopeus kasvaa mentäessä maanpinnalta korkeammalle (Suomen tuuliatlas).

B Tuulivoima ja sähkön kulutus



Tuulivoiman keskimääräinen kausivaihtelu: Suomen tuulivoimalaitosten yhteenlasketun tuotannon jakautuminen eri kuukausille vuosina 1992 - 2008. Suomen sähkönkulutuksen jakautuminen eri kuukausille keskimäärin 1999 - 2008 näkyy katkoviivana (lähde: Holttinen, 2009)

Tuulivoiman hyödyllisyyttä kulutushuipuissa voidaan analysoida arvioimalla, miten paljon muuta sähköntuotantoa voidaan jättää rakentamatta, kun rakennetaan tuulivoimaa, jonka tuotanto on vaihtelevaa. Tutkimusten perusteella tämä tuulivoiman kapasiteettiarvo valtakunnan tasolla on tuotannon keskitehon suuruusluokkaa, kun tuulivoimaosuus on pieni, ja kapasiteettiarvo laskee tuulivoimaosuuden kasvaessa.

VIITTEET:

VTT, Suomen tuulivoimatilastot (<http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/>)

Suomen tuuliatlas (<http://www.windatlas.fi/tuulisuus/index.html>)

H Holttinen, A Stenberg, Tuulivoiman tuotantotilastot, Vuosiraportti 2008, VTT working papers 132. 2009 (<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2009/W132.pdf>)

7) KYSYMYS:

Paljonko Suomeen voi ja kannattaa rakentaa tuulivoimaa?

VASTAUS:

Mitään olosuhteisiin perustuvia maksimimääriä ei tuulivoimalaitosten rakentamiselle ole. Se mikä on järkevää ja kannattavaa, riippuu siitä, miten hyvin tuulivoimalaitokset saavat lupia, miten kannattaviksi voimaloiden rakentajat ne laskelmissaan saavat ja mikä on Suomen sähköntarve.

Kun tarkastellaan asiaa Suomen EU-sitoumusten kannalta, työ- ja elinkeinoministeriö esittää niin kutsutussa syöttötariffimietinnössään, että Suomeen rakennettaisiin uutta tuulivoimaa vuoteen 2020 mennessä niin että tuulisähkön tuotanto olisi 6 TWh vuodessa (Syöttötariffityöryhmän väliraportti). Tämä vastaa noin 2000...2500 MW kapasiteettia eli noin tuhatta uutta tuulivoimalaitosta.

Kun tuulivoiman rakentamista tarkastellaan Suomen sähköverkon kannalta, sähköverkkoa on vahvistettava joka tapauksessa muiden uusien voimaloiden rakentamisen vuoksi. Fingridin mukaan 2000 MW tuulivoimaa, uusi ydinvoimalaitos, sähköverkon ikääntyminen ja kulutuksen lisääntyminen Lapissa aiheuttavat yhdessä 1,6 miljardin euron verkkoinvestoinnit vuoteen 2020 mennessä (Fingridin lehdistötiedote 9.9.2008).

Kun kysymystä tarkastellaan tuulisuuden kannalta, uudesta Suomen tuuliatlaksesta löytyy riittävän tuulisia meri- ja maa-alueita moninkertaisesti tuo TEM:in tavoittelema määrä.

Kun tarkastellaan Suomen kaavoitustilannetta, on nykyisissä maakuntakaavoissa tuulivoimalaitoksille osoitettu potentiaaliin nähden vähän alueita, paitsi merialueilla, joilla kaavavarauksia on itse asiassa moninkertaisesti vuodelle 2020 asetettuun tavoitteeseen nähden. Maakuntakaavojen valmistelijoille on kuitenkin annettu ohjeet pitää myös maalle rakennettavan tuulivoiman tarpeet mielessään uusissa kaavoissa ja nykyisiin tehtävissä muutoksissa.

Mikä määrä sitten on kannattavaa? Yhteiskunnan näkökulmasta tuulivoima on lähes päästötön tuotantomuoto, jonka energialähde on kotimainen ja loppumaton. On kuitenkin myös muita hyviä energiantuotantomuotoja. Kannattava määrä tuulivoimaa onkin riippuvainen sekä tuulivoiman että kilpailevien teknologioiden hintakehityksestä. Tuulivoima on vielä nopeasti kehittyvää teknologiaa ja on mahdoton sanoa miten alhaisiin kustannuksiin tulevaisuudessa päästään. Lisäksi tuulivoiman tuotantokustannus vaihtelee erityisesti tuotantopaikan tuulisuuden mukaan. Kun parhaat käyttökelpoiset paikat on rakennettu, joudutaan vähän huonommille paikoille ja kustannukset nousevat.

Sijoittajien näkökulmasta tuulivoimalaitosinvestoinnin, niin kuin minkä tahansa tuotantolaitoshankkeen, täytyy olla kannattavaa. Sijoittajien mielenkiinto kasvaa sitä mukaa kuin sijoitukseen liittyvä epävarmuus pienenee ja tuotto-odotus kasvaa. Sen vuoksi Suomeenkin on esitetty ns. syöttötariffia, jossa tuulienergian tuottajille taataan määräajaksi tietty takuuhinta, jonka ne saisivat tuottamastaan sähköstä riippumatta siitä, mikä sähkön markkinahinta kulloinkin on. Ministeriön työryhmän tekemissä laskelmissa tämä takuuhinta asetettiin tasolle, jolla uskotaan

löytyvän riittävä määrä kiinnostuneita sijoittajia, jotta tuo 6 TWh:n vuosituotantotavoite saadaan täyteen.

Se kuinka hyvin tavoitteessa onnistutaan, riippuu paitsi takuuhintajärjestelmän todellisesta voimaantulosta, ennen kaikkea siitä, kuinka nopeasti voimaloille saadaan kaavaratkaisut ja rakennusluvut. Sijoittajat näet tapaavat hakeutua maihin, joissa investoinnit paitsi kannattavat, ne ovat myös mahdollisia nopealla aikataululla toteuttaa. Tämän vuoksi joissakin maissa, esimerkiksi Ranskassa, paikallisviranomaisille on asetettu aikaraja, jossa lupahakemukset on käsiteltävä.

VIITE:

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffiryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

Fingrid Oy:n lehdistötiedote 9.9.2008

8) KYSYMYS:

Mitä eroja on pysty- ja vaaka-akselisilla tuulivoimalaitoksilla? Väitetään, että pystyakselinen voimala on vaaka-akselista tehokkaampi.

VASTAUS:

Tuulivoiman hyödyntämisen kannalta oleellisin tekijä on roottorin pyyhkäisyypinta-ala. Tuotettu energia on siis verrannollinen roottorin kärkipisteiden rajaaman alueen pinta-alaan. Tämän vuoksi esimerkiksi 3 MW tuulivoimalaitoksen 50 metrin lapojen pyyhkäisyypinta on ($\pi * r^2$) 7850 m² kun taas 1 MW laitoksen 30 m lavoilla vastaava on 2830 m². Vastaavasti pystyakselisella tuulivoimalaitoksella, jos sen halkaisija on 10 m ja korkeus 50 m, pyyhkäisyypinta-alaksi tulee 500 m².

Pystyakselisen tuulivoimalaitoksen etuna on, että siinä ei tarvita erillistä mekanismia suuntaamaan laitosta voimakkainta tuulen suuntaa vasten. Raskaat osat (generaattori, vaihteisto) voidaan sijoittaa maan pinnalle eli jykevää tornia ei tarvita ja pystytyskin on helpompaa. Pystyakseliset tuulivoimalaitokset myös pyörivät jo varsin pienillä tuulenopeuksilla ja sen vuoksi kykenevät tuottamaan pientä sähkötehoa lähes koko ajan. Siksi sellaiset soveltuvat varsin hyvin esimerkiksi veneisiin tai vaikkapa mainosvalojen tehonlähteeksi kauppakeskusten katolle. Suurimittakaavaisessa sähköntuotannossa ja suuremmilla tuulenopeuksilla taas vaaka-akseliset tuulivoimalaitokset ovat selvästi tehokkaampia, ja saman sähkömäärän tekemiseen niitä tarvitaan vähemmän.

9) KYSYMYS:

Mitkä ovat tuulivoiman vaikutukset ympäristölle, kuten linnuille, kasveille, eläimille?

VASTAUS:

Tuulivoimalaitokset, kuten mitkä tahansa voimalaitokset, ovat teollisia rakennelmia, joilla on omat haittansa. Oleellisinta kokonaisuuden kannalta on se, mikä on hyötyjen ja haittojen tasapaino. Tuulienergian tuotannon päästöttömyys on sen merkittävin etu ja luonto hyötty sähköntuotannon päästöjen pienenemisestä.

Lintujen törmäysriski tuulivoimalaitoksiin on yleensä pieni, koska linnut näkevät ja kuulevat ne kaukaa. Tästä on useita tutkimustuloksia. Hylkeet sopeutuvat rakennuksiin sekä voimalaitosteiden toimintaan, mutta rakentaminen häiritsee niitä. Merituulivoimapuistojen taas on todettu houkuttelevan kaloja ja rapuja.

Ympäristöministeriön selvityksen (Koistinen 2004) mukaan lintujen törmäysriski tuulivoimalaitoksiin on yleensä pieni, koska linnut näkevät ja kuulevat ne kaukaa. Väistäminen tapahtuu jo 100-500 metrin etäisyydeltä, myös yöllä. Lintukuolemia aiheutuu keskimäärin noin yksi lintu/voimalaitos/vuosi eli hyvin pieni määrä verrattuna autojen alle jääneiden tai voimalinjoihin törmänneiden lintujen määrään verrattuna. Tuulivoimapuistojen yksi sijoituskriteeri, joka ympäristöselvityksillä varmistetaan, on se että niitä ei sijoiteta lintujen muuttoreiteillä sijaitseville levähdys- tai kerääntymisalueille eikä muille linnuston kannalta herkille alueille.

Espanjan Navarrassa tehtiin vuonna 2003 selvitys, jossa tarkasteltiin 18 tuulivoimapuistoa ja yhteensä 692 tuulivoimalaitosta. Siinä havaittiin että keskikokoisia ja suuria lintuja kuuli 0,13 kpl vuodessa tuulivoimalaitosta kohti (EWEA). Samansuuntainen tulos saatiin Gibraltarilla tehdyssä tutkimuksessa (M de Lucas et al, 2004). Ruotsin Utgrundetin merituulivoimapuistossa on havaittu, että linnut muuttavat lentokurssiaan noin 2 km ennen tuulivoimapuistoa (Pettersson, J. 2005).

Tuulivoimalaitosten rakentamisen vaikutusta erityisesti vesinisäkkäisiin, kuten hylkeisiin, on tutkittu mm. Saksassa ja Pohjoismaissa. Vedenalainen ääni voi vaikuttaa eliöiden käyttäytymiseen, esimerkiksi hylkeiden äänen avulla tapahtuvaan kommunikointiin. Hylkeiden todettiin sopeutuvan rakennuksiin sekä voimaloiden toimintaan (Sundberg & Söderman, 1999). Tosin rakentaminen häiritsee hetkellisesti hylkeitä merkittävästi ja kalojen käytöksen muutoksella on myös merkittäviä vaikutuksia hylkeiden elämään.

Ruotsin Lapissa on oltu huolissaan siitä, että korkeiden hankien aikana porot jäisivät loukkuun tuulivoimapuistolle auratun tien lumikuiluun. Siksi siellä suunnitellaan käytettäväksi moottorikelkkoja huoltokäynneillä ja näin välttämään teiden auraamiselta.

Ruotsalaisen Dan Wilhelmssonin väitöskirjassa on selvitetty, että merituulivoimapuistojen tuulivoimalaitosten läheisyydessä on enemmän kaloja ja rapuja kuin kauempana merenpohjassa (Wilhelmsson, 2009).

Kasvillisuudelle tuulivoimalaitoksista ei juuri haittaa ole, paitsi tuulivoimapuiston rakentamisaikana, jolloin tehdään maansiirtotöitä. Tuulen pyörteisyyden vähentämiseksi tuulivoimalaitoksen läheisyydessä ei ole suotavaa olla korkea tai ainakaan epätasaista metsää. Niinpä voimalaitokset useimmiten pyritäänkin sijoittamaan jo valmiiksi aukeille paikoille.

VIITTEITÄ:

Koistinen, Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset, Ympäristöministeriö 2004
(<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=302172>)

Sundberg J & Söderman M (1999): Windpower and grey seals: An impact assessment of potential effects by sea-based windpower plants on a local seal population. Report to the Swedish National Energy Administration.

Dan Wilhelmsson (2009), Aspects of offshore renewable energy and the alterations of marine habitats, Stockholms universitet, Zoologiska institutionen
(<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-31157>)

European Wind Energy Association, Factsheet
(http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/factsheets/factsheet_environment2.pdf)

M de Lucas, et al, The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar, Biodiversity and Conservation 13: 395–407, 2004.
(<http://www.hnsboroesc.outlierproductions.com/Resources/wind%20farm%20flight%20behav.pdf>)

Pettersson, J. 2005. Havsbaseerade vindkraftverks inverkan på fågellivet i södra Kalmarsund. En slutrapport baserad på studier 1999-2003. Statens Energimyndighet och Lunds Universitet.

10) KYSYMYS:

Kuinka ympäristöasiat otetaan huomioon tuulivoimapuistoa suunniteltaessa?

VASTAUS:

Suomessa tuulivoiman rakentamiselle on ympäristöministeriö antanut ohjeet. Ympäristöltään herkkään paikkaan sijoittuvan tuulivoimalaitoksen vaikutukset ovat usein merkittävämpiä kuin teollisuusalueelle sijoittuvan tuulivoimapuiston. Tuulivoimalaitokset tarvitsevat samat luvat kuin muutkin teolliset rakennelmat. Suurille tuulivoimapuistoille yleensä on tehtävä laaja ympäristövaikutusten arviointi (YVA).

Tuulivoimarakentamisen vaikutuksia voivat olla:

- globaalit ympäristövaikutukset (päästöjen väheneminen muualla)
- vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön
- arkeologiset ja historialliset vaikutukset
- ekologiset vaikutukset
- vedenalaiset ja hydrologiset vaikutukset
- vaikutukset viestintäyhteyksiin (telekommunikaatioon)
- äänivaikutukset
- vaikutukset elinkeinoihin ja paikalliseen talouteen
- vaikutus alueiden käyttöön (asutus, virkistys, liikenne, puolustusvoimat)

Tuulivoimarakentamisen vaikutusten merkittävyys riippuu kohdealueen herkkyydestä, hankkeen sijaintialueesta, sen ympäristöarvoista, alueen muusta käytöstä sekä hankkeen koosta (tuulivoimalaitosten lukumäärä, korkeus sekä teho ja tarvittava siirtolinja). Ympäristöltään herkkään paikkaan sijoittuvan yksittäisen tuulivoimalaitoksen vaikutukset ovat usein merkittävämpiä kuin esimerkiksi teollisuusalueelle sijoittuvan tuulivoimapuiston.

Merkittävimmät välittömät vaikutukset kohdistuvat maisemaan. Tämän lisäksi tuulivoiman rakentamisella, kuten muullakin rakentamisella, on tapauskohtaisesti ja sijaintipaikasta riippuen vaikutuksia useisiin muihin tekijöihin, kuten esimerkiksi kasvistoon ja eläimistöön sekä kulttuuriperinnön säilymiseen. Tuulivoimalaitosten tyyppillisen sijoituspaikan vuoksi erityisen merkittäviä ovat merituulivoimalaitosten vedenalaiset vaikutukset sekä vaikutukset linnustoon.

Suomessa tuulivoimalaitokset tarvitsevat samat luvat kuin muutkin teolliset rakennelmat. Yksittäisiä voimalaitoksia varten tarvitaan rakennus- tai toimenpidelupa. Isommille tuulivoimapuistoille saatetaan edellyttää myös suunnittelutarveratkaisua tai ranta-alueilla poikkeuslupaa.

Tuulivoimalaitoksen ympäristöluvan tarve perustuu aina tapauskohtaiseen harkintaan siitä, saattaako tuulivoimalaitoksen toiminnasta ennalta arvioiden aiheutua lähistöllä asuville ns. immissiokiellon vastaisia vaikutuksia. Vesilupa on tarpeen, jos tuulivoimalaitos halutaan rakentaa väylälle tai jos tuulivoimahankkeesta saattaa aiheutua haittaa mm. kalastukselle, virkistyskäytölle tai luonnonarvoille. Myös tuulivoimahankkeen vaikutukset kiinteisiin muinaisjäänneksiin ja laivalöytöihin on tutkittava.

Laajan ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA-menettelyn) soveltaminen tuulivoimahankkeisiin ratkaistaan Suomessa nykyisin tapauskohtaisesti. Kaikille suurille tuulivoimapuistoille YVA on tavattu vaatia.

VIITE:

Ympäristölainsäädännön soveltaminen tuulivoimarakentamisessa, Ympäristöministeriö, (Suomen ympäristö 584)

11) KYSYMYS:

Mitä syöttötariffi tulee maksamaan kuluttajille?

VASTAUS:

Suomessa on tehty poliittinen päätös olla mukana EU:n yhteisessä hiilidioksidin ilmastopäästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian lisäämisessä. Suomi on jo varsin paljon hyödyntänyt vesivoimaa ja biomassan polttoa, joten nopein tapa lisätä uusiutuvan energian tuotantoa, ja sitä kautta vähentää päästöjä, on investoida tuulivoimaan ja biomassan käytön lisäämiseen. Tehokkaimmaksi tavaksi varmistaa sijoittajien kiinnostus toteuttaa tarvittavat investoinnit on ministeriö päättänyt syöttötariffiin, jossa uusiutuvan energian tuottaja saa takuuhinnan tuottamastaan sähköstä. Aiheutuva lisämaksu veronmaksajille riippuu tulevaisuuden hintakehityksestä sähköpörssissä. Keskimääräiselle kerrostalokäyttäjälle lisämaksun on arvioitu olevan 4,4 € ja sähkölämmityskäyttäjälle 39,6 € vuodessa. Tätä voi merkittävästikin alentaa tuulivoiman ominaisuus alentaa sähkön pörssihintaa.

Suomessa on tehty poliittinen päätös olla mukana EU:n yhteisessä hiilidioksidin ilmastopäästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian lisäämisessä. Näiden seurauksena Suomi on tehnyt vuonna 2008 kansallisen ilmasto- ja energiastrategian, jonka mukaan uusiutuvan energian tuotantoa on lisättävä yli 30 TWh:lla. Tuulivoimalle strategiassa on asetettu tavoitteeksi nostaa vuosituotanto 6 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. Tällöin asennettu kokonaisteho olisi noin 2000...2500 MW (Syöttötariffityöryhmän väliraportti , 2009).

Työ- ja elinkeinoministeriö TEM on selvittänyt, mitkä ovat ne käytännön toimenpiteet, joilla tavoitteisiin päästään annetussa aikataulussa. Suomi on jo varsin paljon hyödyntänyt vesivoimaa ja biomassan polttoa uusiutuvan energian tuotannossaan. TEMin mukaan annetussa aikataulussa paras tapa lisätä uusiutuvan energian tuotantoa, ja sitä kautta vähentää päästöjä, on investoida tuulivoimaan ja biomassan käytön lisäämiseen.

Jotta tavoitteet toteutuvat, täytyy tuuli voimalaitoksia rakentaa lisää ainakin tuo 2000...2500 megawattia. Tehokkaimmaksi tavaksi varmistaa sijoittajien kiinnostus toteuttaa tarvittavat investoinnit on ministeriö päättänyt ns. syöttötariffiin, eli takuuhintaan, jonka uusiutuvaan energian tuottaja vähintään saa tuottamastaan sähköstä.

Sähkön tuottajat maksavat tuotannosta aiheutuvat kustannukset, olipa sähkön tuotantotapa mikä hyvänsä. Pohjoismaissa käytössä olevilla vapailla sähkömarkkinoilla sähkön tukkuhinta määräytyy sähköpörssissä kysynnän ja tarjonnan perusteella. Niinpä kun on vähän kysyntää, tuottajat joutuvat myymään sähköään halvemmalla kuin huippukysynnän aikana ja pysäyttämään ne voimalat, joissa sähkön tuotanto on kalliimpaa kuin siitä saatava myyntihinta.

Markkinatalouden sääntöjen mukaisesti kunkin hetken hinnan määrää muuttuvilta kustannuksiltaan kallein sillä hetkellä kysyntää varten tuotettava sähkö. Muuttuvilla kustannuksilla tarkoitetaan sellaisia kuten polttoaine, päästömaksut, laitteiden kuluminen ja verot, joita ei synny kun mitään ei

tuoteta. Pääomakustannuksia taas ovat esimerkiksi investoinnin kuoletukset ja palkat, jotka on maksettava, tuotetaanpa voimalalla sähköä tai ei.

Suomessa verkkoon menee aina ydinvoima (sen muuttuvat kustannukset ovat pienet), jokivesivoima (jota ei voi altailla säätää), vastapaineeseen perustuvien kaukolämpölaitosten ja teollisuuden lämpövoimaloiden sähkö (tuotannon määrää lämmön tarve ja sähköä syntyy siinä ohessa lämmön tarpeen mukaan vaihteleva määrä), ja tuulivoima (muuttuvia polttoainekustannuksia kun ei ole). Mitä enemmän tällaista väkisin verkkoon tunkevaa sähköä tuotetaan, sen halvempaa pörssisähkö on.

Syöttötariffit tarkoittavat sähkön tuottajan saamaa vähimmäishintaa, jolla halutaan varmistaa, että yksityinen pääoma kokee mielekkääksi sijoittaa uusiutuvaan energiaan. Menetelmä takaa, että tuottaja saa kaikissa olosuhteissa taatun hinnan, vaikka sähkön pörssihinta olisikin alhaisempi. Jos taas sähkön pörssihinta on takuuhintaa korkeampi, hintalisä menee sähköntuottajan hyödyksi. Turvesähköllä tällainen hintatakuu on ollut Suomessa jo vuosia ja nyt lainvalmistelijat ovat esittäneet sitä tuulivoimalla ja biokaasulla tuotetulle sähkölle. Lisäkustannus rahoitetaan lakiehdotuksessa valtion budjetista, mutta se voi johtaa sähköveron korotuksiin myöhemmässä vaiheessa.

Kuinka suuri takuuhinnasta tuleva lisämaksu veronmaksajille tulee olemaan, riippuu tulevaisuuden hintakehityksestä sähköpörssissä. Kuluttajat näet hyötyvät tuulivoimalaitoksista (ilman muuttuvia kustannuksia) verkkoon ”väkisin” tulevasta sähköstä, ne kun lykkäävät kalliimpien voimaloiden käynnistämistä. Vastaavasti tilanteissa, joissa kulutus on niin alhainen, että tuulisähköä halvempaa sähköä tulee verkkoon ylimäärin, tuulisähköntuottaja saa alhaisen pörssihinnan asemasta tuon korkeamman takuuhinnan.

VTT arvioi Syöttötariffityöryhmälle kustannusvaikutuksia seuraavasti:

- Syöttötariffin kustannukset muodostuisivat kahdesta tekijästä: sähkön hinnan päälle maksettavasta preemiosta ja tariffikustannusten keräämisestä ja preemion maksatuksesta aiheutuvista hallinnointikustannuksista.
- Preemion kattamisen aiheuttama kustannus sähkön käyttäjille on aluksi noin 10 milj. € vuodessa ja suurimmillaan 200 milj. € vuodessa (6 TWh) olettaen, että sähkön markkinahinta on koko tariffin maksatuksen ajan 50 €/MWh. Vuosikustannus 200 milj. € vastaa kaikelle kulutukselle tasan jaettuna noin 2,2 €/MWh lisäkustannusta .
- Keskimääräiselle kerrostalokäyttäjälle tämä merkitsee 4,4 € vuotuista lisälaskua ja sähkölämmityskäyttäjälle 39,6 € vuotuista lisälaskua, mikäli kustannukset kerätään tasaisesti kaikilta sähkönkäyttäjiltä. Tämän suuruinen lisälasku lankeaisi siis maksettavaksi vuonna 2020. Sitä ennen tuulivoimaa tuotetaan vähemmän ja lisälaskukin on siis pienempi. Ja jos sähkön markkinahinta vuonna 2020 on yli 50 €/MWh, on lisälasku jälleen pienempi.
- Tuulivoimatuotannon lisääminen 6 TWh:lla alentaa sähkön markkinahintaa pohjoismaisilla markkinoilla arviolta noin 1,2 €/MWh. Arvio on herkkä muille järjestelmässä tapahtuville muutoksille.
- Jos oletetaan päästöoikeuksien keskimääräisen hinnan asettuvan 20–50 €/tCO₂ välille, pienentää 6 TWh tuulivoimatuotantoa vuodessa päästöoikeuksien ostamiseen tarvittavaa rahoitusta 74–186 milj. €/a

VIITE:

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffiryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

12) KYSYMYS:

Mikä on tuulivoiman työllistävä vaikutus?

VASTAUS:

Tuulivoima työllistää suunnitteluvaiheessa, rakentamisen aikana ja tuotantokauden aikana. Teknologiateollisuus ry arvioi vuonna 2009 ilmestyneessä Tuulivoiman tiekartta 2009 - selvityksessään 100 MW tuulivoimapuiston työllistävän vaikutuksen Suomessa seuraavasti (Teknologiateollisuus, 2009):

| | |
|---|----------|
| • Projektikehitys ja asiantuntijapalvelut | 10 htv |
| • Infrastruktuurin rakentaminen ja asentaminen | 70 htv |
| • Käyttö- ja kunnossapito 20 vuotta | 800 htv |
| • Voimaloiden valmistus, materiaalit, komponentit ja järjestelmät | 300 htv |
| • Yhteensä | 1180 htv |

TEMin syöttötariffityöryhmä (Syöttötariffityöryhmän väliraportti , 2009) arvioi, että Suomeen tavoitteena oleva 2000...2500 MW maksaa noin 3500 miljoonaa euroa, josta kotimaisen työn osuus olisi tuulivoimalaitosten kotimaisuusasteesta riippuen 1,9 – 2,5 mrd. €. Hankkeiden kotimaisuusaste vaihtelee teknologiavalinnoista riippuen:

- hankkeissa, joissa käytetään ulkomaista valmistetta olevia tuulivoimalaitoksia, joissa ei ole suomalaista teknologiaa kotimaisuusaste voi jäädä tasolle 35 – 40 %
- hankkeissa, joissa käytetään ulkomaista valmistetta olevia voimalaitoksia, joissa on suomalaista teknologiaa, kotimaisuusaste on noin 50 % tai sen yli
- hankkeissa, joissa käytetään kotimaista valmistetta olevia tuulivoimalaitoksia, joissa on suomalaista teknologiaa, kotimaisuusaste voi nousta 80 % tasolle.

Suomessa tuulivoimalaitosten laitteiden (lähinnä komponenttien ja materiaalien) valmistuksessa on nyt arviolta 3000 työpaikkaa ja liikevaihto noin 1000 miljoonaa euroa. Tuotteet menevät yli 90 prosenttisesti vientiin. Koko EU:ssa noin 110 000 ihmistä saa elantonsa tuulivoimasta.

Tanskan tuulivoimalaitosteollisuuden liikevaihto oli 51000 MDKK (noin 6,8 miljardia euroa) vuonna 2009 ja se työllisti 24700 ihmistä. Näistä 46 % oli turpiiniteollisuudessa, 40 % komponenttien valmistuksessa ja 14 % suunnittelu- kuljetus ja muissa vastaavissa tukitoiminnoissa (Danske vindmølleindustri , 2010). Tämän perusteella voi arvioida, että itse turpiinien ja komponenttien valmistus työllistää 3,5...4 henkilöä/rakennettu megawatti.

LÄHTEET:

Danske vindmølleindustri – Branchestatistik 2010 (<http://www.e-pages.dk/windpower/17>)

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffiryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

Teknolohiateollisuus: Tiekartta 2009 (<http://www.teknolohiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/tiekartta.html>)

13) KYSYMYS

Tanskassa on voitu rakentaa tuulivoimaa 20 % koska sieltä on niin hyvät siirtoyhteydet. Onnistuuko tämä muissa maissa?

VASTAUS:

Maailmassa tuulivoimalla tuotetaan suhteellisesti sähköä eniten seuraavissa maissa (WWEA, 2009):

| | |
|-----------|------|
| Tanska | 20 % |
| Portugali | 15 % |
| Espanja | 14 % |
| Saksa | 9 % |

Tanskassa tuulisähkön osuus kaikesta sähköstä on kaikkein korkein. Joissain Saksan isoissa osavaltioissa osuus on vieläkin korkeampi. Pääsyy Tanskan aktiivisuuteen on ollut pitkäaikainen ja systemaattinen politiikka hyödyntää kotimaista energiaa ja samalla vähentää riippuvuutta tuontiöljystä ja hiilestä. Myös yhteiset pohjoismaiset sähkömarkkinat ja hyvät siirtoyhteydet Saksaan ja Pohjolaan edesauttavat tasaamaan eri maiden välisiä tuotannon ja kulutuksen eroja. Tanska on pinta-alaltaan pieni maa ja tuulivoiman tuotantovaihtelut tästä johtuen suuria, mikä on huomattava haaste tuulivoimaosuuden kasvattamiselle. Tästä huolimatta Tanska on edelleen määrätietoisesti kasvattamassa tuulivoiman osuutta sähköjärjestelmässään.

Portugalissa ja Espanjassa tuulisähkön osuus on myös varsin suuri. Niiden sähkönsiirtoyhteydet muuhun Eurooppaan ovat paljon Tanskaa rajoitetummat. Eri selvityksissä (esim. Holtttinen 2004) on arvioitu, että 10..15 % tuulisähkön osuus ei vielä aiheuta merkittäviä lisävaatimuksia sähköverkolle, ja verkon normaali säätö- ja varavoimakapasiteetti on riittävä.

LÄHDE:

World wind energy report 2009, WWEA

Holtttinen, H. 2004, The impact of large scale wind power production on the Nordic electricity system. VTT Publications 554 (<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2004/P554.pdf>)

14) KYSYMYS:

Miten kunta ja paikalliset asukkaat hyötyvät tuulivoimasta?

VASTAUS:

Tuulivoimapuiston rakentaminen hyödyttää sijoituspaikkakuntaa samalla tavalla kuin teolliset investoinnit ylipäättään. Rakentamisen aikana syntyy työpaikkoja, etenkin jos paikalliset rakennusliikkeet ovat aktiivisia tarjoamaan palvelujaan. Kaupallisen toiminnan aikana tulee kunnalle verotuloja (ainakin kiinteistövero ja mahdollisesti yhtiöveroja).

Pienelle kunnalle suuren tuulivoimapuiston kiinteistöverotulot voivat olla varsin merkittäviä. Kaikkiin tuulivoimapuistoihin tarvitaan lähiseudulle sijoittuva huolto-organisaatio. Vaikka tuulivoimapuiston varsinainen käyttö- ja kunnossapito usein hoidetaankin kaukovalvonnalla ja keskitetysti, useimmiten vikapäivystystä varten paikallisen sähköyhtiön tai teollista huoltoa tekevän yhtiön kanssa tehdään sopimus. Isommille tuulivoimapuistoille voidaan perustaa paikallinen huoltokeskus.

Myös maanomistajat saavat korvauksen tuulivoimapuistolle vuokraamastaan maa-alueesta.

15) KYSYMYS:

Mistä muodostuvat tuulivoiman kustannukset?

VASTAUS:

Tuulienergian kustannukset syntyvät investointikustannuksista ja vuotuisista käyttö- ja huoltokustannuksista. Tuotot taas riippuvat sähkön tuotannosta (riippuu tuulivoimalaitoksen tyypistä ja tuulen nopeudesta), tuulivoimalaitoksen eliniästä ja diskonttauskorosta.

Megawattiluokan tuulivoimalaitoksen investointikustannukset ovat suuruusluokaltaan 1200..1400 EUR/kW, merituulivoimalaitoksissa 1,5...2 kertaa näin suuret (esimerkiksi Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2009). Turpiinin osuus tästä (maalle rakennettaessa) on noin 65...70 %, tornin alle 10 %, rakennustöiden noin 10 % ja sähköliittymän runsas 10 %. Merelle rakennettaessa perustukset, rakennustyöt ja sähköliittymä ovat suhteessa kalliimpia.

Tuulivoimalaitosten kaupallisena poistoaikana käytetään Suomessa tyypillisesti 15 vuotta. Tekninen käyttöikä voi olla tätä pidempi (20...25 vuotta). Toisaalta joillain sijoittajilla voi olla nopeamman takaisinmaksuajan vaatimus.

Vuotuiset kunnossapitokustannukset ovat luokkaa 1,5..3 % investointikustannuksista (tai 12... 18 EUR/MWh) (Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2009)). Mitä suurempi tuulivoimapuisto, sitä edullisempää on voimalaitosten ylläpito. Merituulivoimapuistoissa huoltokuluja lisää erikoiskaluston tarve kuljetuksissa sekä ajoittainen vaikeapääsyisyys. Muut käyttökustannukset, vakuutukset ym. ovat pieni osa huoltokustannuksista.

TEMin syöttötariffityöryhmä päätyi laskelmissaan siihen, että tuulivoimainvestointi olisi siedettävän kannattava, jos takuuhinta on tasolla 83,5 EUR/MWh. Merituulivoima on tätä kalliimpaa. Koska tuulivoimatekniikka kehittyy vielä, voidaan kustannustenkin olettaa alenevan vuosien myötä.

VIITTEET:

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffityöryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

Wind energy, the Facts, vol 2, EWEA
(http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/Facts_Volume_2.pdf)

16) KYSYMYS:

Kuinka suuri alue tuulivoimapuisto on?

VASTAUS:

Tuulivoimapuistolla tarkoitetaan useiden lähellä toisiaan olevien tuulivoimalaitosten muodostamaa kokonaisuutta. Näin ollen tuulivoimapuiston pinta-ala riippuu siitä, montako voimalaitosta siihen kuuluu. Yksittäinen iso tuulivoimalaitos tarvitsee ympärilleen muista tuulivoimalaitoksista vapaan alueen, jonka halkaisija on reilu puoli kilometriä. Suomen oloissa iso 50 MW tuulivoimapuisto vaatii noin 2 km * 3 Km alueen. Alueella voi yleensä vapaasti liikkua, mutta asumusten on syytä olla noin kilometrin päässä lähimmistä voimalaitoksista, jotta äänen ja lapojen varjojen aiheuttama välkyntä ei häiritse. Talvella liikkumista aivan voimalaitosten lähetyvillä pitää välttää, koska lavoista voi lentää jääpaakkuja.

Tanskassa ja Saksassa tuulivoimapuistot tyypillisesti sijaitsevat pelloilla, joilla lehmät laiduntavat.

Ruotsissa taas tuulivoimalaitoksia on paljolti rakennettu syrjäisille metsäalueille.

17) KYSYMYS:

Voiko tuulivoimapuiston aluetta käyttää muuhun tarkoitukseen samanaan aikaan? Mihin?

VASTAUS:

Tuulivoimapuiston alueella voi yleensä vapaasti liikkua, mutta asumusten on syytä olla noin kilometrin päässä, jotta äänen ja lapojen varjojen aiheuttama välkyntä ei häiritse. Talvella liikkumista aivan voimalaitosten lähetyillä pitää välttää, koska lavoista voi lentää irtoavaa jäätä.

Rakentamisvaiheen jälkeen tuulivoimapuistoalueella voi harjoittaa maa- ja metsätaloutta normaalisti aivan voimalaitosten vierustoja lukuun ottamatta. Tanskassa ja Saksassa tuulivoimapuiston tyyppisesti sijaitsevat pelloilla, joilla lehmät laiduntavat. Ruotsissa taas tuulivoimalaitoksia on paljolti rakennettu syrjäisille metsäalueille. Voimalaitosten toiminnan kannalta on parempi, että lähialueella ei kasva korkea eikä etenkin epätasaista metsää, joka aiheuttaa tuuleen pyörteitä ja vähentää energian tuotantoa.

Merituulivoimapuistojen alueella voi rakentamisvaiheen jälkeen yleensä harjoittaa veneilyä ja kalastusta, lukuun ottamatta pohjatroulausta, joka voisi vahingoittaa kaapeleita (tai kaapelit voisivat vahingoittaa troolia).

18 a) VÄITE:

Tuulivoimasta ei tule koskaan kannattavaa, vaan siitä tulee maanomistajille ja investoijille uusi tukiautomaatti.

VASTAUS:

Suomessa on tehty poliittinen päätös olla mukana EU:n yhteisessä hiilidioksidin ilmastopäästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian lisäämisessä. Näiden seurauksena Suomi on tehnyt vuonna 2008 kansallisen ilmasto- ja energiastrategian, jonka mukaan uusiutuvan energian tuotantoa on lisättävä yli 30 TWh:lla vuoteen 2020 mennessä. Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksen mukaan tässä aikataulussa varmin tapa on investoida tuulivoimaan ja biomassan käytön lisäämiseen. Tuulivoiman osuus lisäyksestä on 6 TWh, joka tarkoittaa noin 2000...2500 MW uusia tuulivoimalaitoksia (Syöttötariffiryhmän väliraportti , 2009).

Tehokkaimmaksi tavaksi varmistaa sijoittajien kiinnostus toteuttaa tarvittavat investoinnit on ministeriö päätenyt syöttötariffiin eli takuuhintaan, jonka uusiutuvaan energian tuottaja vähintään saa tuottamastaan sähköstä. Tämä tarkoittaa sitä, että yhteiskunta maksaa sähkön tuottajalle takuuhinnan ja sähkön myynnistä saadun hinnan eron silloin kun myyntihinta jää alle takuuhinnan.

Sähkön tuottajalle koituu tuotannosta kustannuksia, joista yksi, tosin varsin pieni, on maanvuokra. Suomessa tullaan suurimmat tuulivoimapuistot rakentamaan todennäköisimmin autioille metsäalueille ja merituulivoimapuistot valtion hallinnoimille alueille. Näin ollen maanomistajana usein on veronmaksajien omistama Metsähallitus tai metsäyhtiöt. Toki yksityisillekin maille tuulivoimaa tullaan rakentamaan, mutta suunniteltu tuulisähkön takuuhinnan taso ei mahdollista kovinkaan merkittäviä vuokratuloja maanomistajalle.

VIITE:

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffiryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

18 b) KYSYMYS:

Voivatko lapset leikkiä tuulivoimalaitosten läheisyydessä?

VASTAUS:

Periaatteellista estettä lasten leikkimiselle tuulivoimapuiston alueella ei ole, paitsi talviaikaan jolloin voimaloiden lavoista voi lentää jäätä. Muuntamot ja muut sähkölaitteet on aina aidattu eikä voimalaitosten sisään pääse, koska ovet ovat lukossa. Tuulivoimalaitokset kuitenkin tavataan rakentaa kauas asutuksesta metsiin, merelle tai teollisuusalueille, joissa lapset eivät yleensä leiki tai niille on pääsy muusta syystä kielletty.

Pienten yksityiskäyttöön tarkoitettujen tuulivoimalaitosten läheisyydessä, esimerkiksi saarimökin rannassa, voi oleskella, kun noudattaa laitoksen valmistajan käyttöturvallisuusohjeita.

19. KYSYMYS:

Aiheuttavatko tuulivoimalaitokset valoilmioita?

VASTAUS:

Suomen ilmaturvallisuusmääräysten vuoksi kaikissa yli 60 metriä korkeammissa rakennelmissa täytyy olla varoitusvalot. Näin ollen käytännössä yli 2 MW tuulivoimalaitoksissa on tällaiset valot. Yleensä käytetään matalaintensiteettistä tasaista valoa.

Eräänlainen valoilmio syntyy tuulivoimalaitoksen heittovarjosta, eli tornin ja liikkuvien lapojen varjosta, kun voimalaitos sijaitsee auringon ja tarkastelupaikan välillä. Keskellä kesäpäivää aurinko on korkealla ja siksi heittovarjo on varsin lähellä itse voimalaitosta. Syksyisenä ja talvisena auringonpaisteisena päivänä, kun aurinko paistaa matalalta, varjo ulottuu kauemmas. Etenkin liikkuvan roottorin heittovarjo voi olla kiusallinen, koska se ”välkky” lapojen nopeudesta riippuvalla taajuudella. Tuulivoimapuiston rakennuslupaa myönnettäessä tämä vaikutus on otettava huomioon, eikä lupaa tule antaa liian lähelle asutusta, jonne heittovarjo voi ulottua. Kun voimalaitosten sijoittelussa huomioidaan riittävä melusuojaetäisyys asutukseen, vältetään yleensä samalla myös välkkymishaitoilta.

20. KYSYMYS:

Koska tuulivoimalaitokset tarvitsevat lentoestevalot? Millaiset?

VASTAUS:

Ilmailulain mukaan kaikille yli 60 metriä korkeammille mastoille ja rakennelmille tarvitaan aina lentoestelupa, joka haetaan määrämuotoisella hakulomakkeella. Lentoreiteillä oleville matalammillekin rakennelmille sellainen saatetaan tarvita.

Lentoesteet on merkittävä Liikenteen turvallisuusviraston antamien määräysten mukaisesti. Merkintätapa vaihtelee lentoesteen tyyppin ja sijainnin mukaan. Ilmailumääräyksessä AGA M3-6 määritellään tarvittavien merkintämaalausten ja valojen tarve.

VITTEET:

Ilmailulaki 1194/2009

([http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20091194?search\[type\]=pika&search\[pika\]=1194%2F2009](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20091194?search[type]=pika&search[pika]=1194%2F2009))

Ilmailumääräys AGA M3-6, (http://www.ilmailuhallinto.fi/files/lth/imt-aga-m/agm3_06.pdf)

21. KYSYMYS:

Miten tuulivoimaa voidaan varastoida? Ovatko sähköautot ratkaisu?

VASTAUS:

Sähkö on luonteeltaan sellaista energiaa, joka on tuotettava kulutuksen hetkellä, eikä sitä ole helppo varastoida. Sähköpörssissä markkinavoimat hakevat tasapainon tiedossa olevan kulutuksen ja tuotannon välillä ottaen huomioon mm. ennustetun lämpötilan vaikutuksen kulutukseen ja ennustetun tuulisuuden vaikutuksen tuulivoiman tuotantoon. Näin tuulivoimaa tavallaan varastoidaan muiden voimaloiden säästyneisiin polttoaine- tai vesivarastoihin. Sama varastointi-ongelma on lämpöä ja sähköä tuottavilla kaukolämpövoimalaitoksilla öiseen aikaan, jolloin lämpöä tarvitaan ja sivutuotteena tulee sähköä, jonka kysyntä on yöllä huomattavasti päiväaikaista pienempi.

Jos tuulisuusennusteet eivät pidäkään paikkaansa ja tuulisähköä tulee sähkömarkkinoille ennustettua enemmän, sähköverkon säätö hoitaa tilanteen. Tyypillisesti pohjoismaisessa sähköjärjestelmässä säätämiseen käytetään vesivoimaa, mutta tilanteesta riippuen myös lämpövoimalaitoksia. Esimerkiksi lämpövoimalaitoksen käynnistämistä voidaan viivästyttää jos tuulivoimaa on ennustetta enemmän tarjolla.

Sähköautojen hyödyntämistä energian varastoimisessa on viime vuosina selvitetty paljon. Akkujen lataaminen näet on tyypillisesti sellaista sähkönkulutusta, joka voidaan tietotekniikalla ajoittaa halvimman sähkön ajankohtaan (eli tilanteeseen jossa edullista tuotantoa on enemmän kuin kulutusta). On myös kaavailtu ratkaisuja, jossa ”älykäs sähköverkko” voisi tulevaisuudessa hyödyntää auton akkuja puskurivarastoina ladaten tai purkaen akkuja säädön tarpeen mukaan. Nämä tekniikat ovat vielä kuitenkin kehitteillä ja tarvitaan varsin suuri määrä sähköautoja, jotta niillä olisi puskurivarastona todellista merkitystä.

22. KYSYMYS:

Miksi ei mieluummin rakenneta kiinteistökohtaisia kuin teollisen kokoluokan tuulivoimaa?

VASTAUS:

Pienillä ja suurilla tuulivoimalaitoksilla on molemmilla oma, luontevin käyttökohde. Tuuli- ja aurinkosähkön tuotantoon on markkinoilla tarjolla kiinteistökohtaisia laitteita, samoin kuin on olemassa polttoöljyllä toimivia sähköaggregaatteja. Näiden omin käyttökohde ovat kiinteistöt, jotka ovat kaukana rakennetusta sähköverkosta ja siksi ne ovat edullisempia kuin pitkä verkkoliittymä.

Pienten laitteiden hinta tuotettavaa energiatehoa kohti on moninkertainen verrattuna teollisen kokoluokan laitteeseen. Sen vuoksi sähköntuotanto ja –jakelu perustuu ajatukselle, että pääsääntöisesti tuotanto on isoissa yksiköissä tehokkaampaa, halvempaa, vaivattomampaa ja vähempipäästöistä kuin paikanpäällä tuotettuna. Tämä pätee kaikäntyyppisille voimaloille.

Kiinteistökohtaisten laitteiden hyötysuhde on huonompi kuin teollisten voimaloiden. Pienten tuulivoimalaitosten torneja ei kannata rakentaa niin korkeiksi että ne ylttäisivät vakaampituulisiin ilmakerroksiin. Niiden sijoituspaikan valinta on siksi hyvin vaikeaa ja tuotannon suhteen tulee helposti pettymyksiä. Samoin ne vaativat aktiivisuutta käyttäjältään huollon ja ylläpidon vuoksi. Myös äänihaitat naapurustolle puoltavat niiden käyttöä vain haja-asutusalueella. Lisätua pientuulivoimalle tuo kuitenkin säästynyt sähkönsiirtomaksu, joka usein kaksinkertaistaa ostosähkön hinnan.

Kustannuksia ja hyötyjä havainnollistaa seuraava vertailu:

| | 4 kW pienvoimala asennettuna | 1 MW teollinen voimala asennettuna | suhde pieni versus iso |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| hinta | 16000 EUR | 1400 000 EUR | 1,1 % |
| hinta/tehoyksikkö | 4000 EUR/kW | 1400 EUR/kW | 285 % |
| vuosituotantoarvio | 12 000 kWh/a | 2400 000 kW/h | 0,5 % |

VIITE:

Muutaman suomalaisen tuulivoimalaitosvalmistajan verkkosivut

23. KYSYMYS:

Miksi tuulivoimaa tuetaan?

VASTAUS:

Suomessa on tehty poliittinen päätös olla mukana EU:n yhteisessä hiilidioksidin ilmastopäästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian lisäämisessä. Näiden seurauksena Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvan energian tuotantoaan nykyisestä 28,5 % osuudesta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Työ- ja elinkeinoministeriö TEM on selvittänyt, mitkä ovat ne käytännön toimenpiteet, joilla tavoitteisiin päästään annetussa aikataulussa. Parhaaksi tavaksi lisätä uusiutuvan energian tuotantoa, ja sitä kautta vähentää päästöjä, on selvityksissä todettu investoiminen tuulivoimaan ja biomassan käytön lisäämiseen.

Jotta tavoitteet toteutuvat, täytyy uusiutuvan energian voimalaitoksia rakentaa lisää tuhansia megawatteja. Suomessa toimitaan vapailla sähkömarkkinoilla, jolloin sähkön tuottajan saama hinta määräytyy kysynnän mukaisesti. Sijoittajat rakentavat sellaisia tuotantolaitoksia, joiden tuotto on taloudellisesti kannattavaa. Uusiutuvan energian voimalat ovat tyypillisesti yksikkökooltaan pienempiä kuin hiili- tai ydinvoimalat, eivätkä siksi pääse hyötymään suuruuden ekonomian tuomasta kustannusedusta. Näin ollen uusiutuvan energian investointeja yleensä kannustetaan erilaisilla tukitoimilla. Näin varmistetaan, että pääomaa hakeutuu riittävästi yhteiskunnan toivomiin hankkeisiin.

Tehokkaimmaksi tavaksi varmistaa sijoittajien kiinnostus toteuttaa tarvittavat uusiutuvan energian investoinnit on ministeriö päättänyt ns. syöttötariffiin, eli takuuhintaan, jonka uusiutuvaan energian tuottaja vähintään saa tuottamastaan sähköstä.

VIITE:

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffityöryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

24) KYSYMYS:

Miksi syöttötariffia suunnitellaan Suomeen?

VASTAUS:

Suomessa on tehty poliittinen päätös olla mukana EU:n yhteisessä hiilidioksidin ilmastopäästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian lisäämisessä. Suomi on jo varsin paljon hyödyntänyt vesivoimaa ja biomassan polttoa, joten nopein tapa lisätä uusiutuvan energian tuotantoa, ja sitä kautta vähentää päästöjä, on investoida tuulivoimaan ja biomassan käytön lisäämiseen. Tehokkaimmaksi tavaksi varmistaa sijoittajien kiinnostus toteuttaa tarvittavat investoinnit halutussa, varsin nopeassa aikataulussa, on päädytty syöttötariffiin, jossa tuulienergian tuottaja saa takuuhinnan tuottamastaan sähköstä.

Suomessa on tehty poliittinen päätös olla mukana EU:n yhteisessä hiilidioksidin ilmastopäästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian lisäämisessä. Näiden seurauksena Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvan energian tuotantoaan 30 TWh:lla vuoteen 2020 mennessä. Työ- ja elinkeinoministeriö TEM on selvittänyt, mitkä ovat ne käytännön toimenpiteet, joilla tavoitteisiin päästään annetussa aikataulussa. Parhaaksi tavaksi lisätä uusiutuvan energian tuotantoa, ja sitä kautta vähentää päästöjä, on selvityksissä todettu investoiminen tuulivoimaan ja biomassan käytön lisäämiseen (Syöttötariffityöryhmän väliraportti , 2009).

Jotta tavoitteet toteutuvat, täytyy uusiutuvan energian voimalaitoksia rakentaa lisää tuhansia megawatteja. Suomessa toimitaan vapailla sähkömarkkinoilla, jolloin sähkön tuottajan saama hinta määräytyy kysynnän mukaisesti. Sijoittajat rakentavat sellaisia tuotantolaitoksia, joiden tuotto on taloudellisesti kannattavaa. Näin ollen uusiutuvan energian investointeja yleensä kannustetaan erilaisilla tukitoimilla. Näin varmistetaan, että sijoittajilla on riittävä kiinnostus toteuttaa tarvittavat uusiutuvan energian investoinnit eli että pääomaa hakeutuu riittävästi yhteiskunnan toivomiin hankkeisiin.

Euroopassa ja maailmalla käytetään useita erilaisia kannusteita uusiutuvan energian lisäämiseksi. Joissakin maissa on käytetty veroetuja (Intia, USA), joissakin toisissa erilaisia sertifikaatteja (Britannia, Italia, Ruotsi) ja joissain investointitukia (kuten Suomessa tähän saakka). Suomessa Työ- ja elinkeinoministeriön työryhmä päätyi niin sanottuun syöttötariffiin eli takuuhintajärjestelmään, joka on selvityksissä (esimerkiksi Klein et al, 2006) todettu nopeimmaksi tavaksi saada investoinnit liikkeelle. Syöttötariffi on EU-maissa selvästi yleisimmin käytetty tukimuoto.

Vapaille sähkömarkkinoille soveltuisi myös sertifikaattijärjestelmä, jollainen on esimerkiksi Ruotsissa otettu käyttöön. Siinä sähkön tuottajille tai käyttäjille asetetaan velvoite kattaa energiasta tietty osuus uusiutuvilla joko sitä itse tuottamalla tai hankkimalla markkinoilta ”vihreitä sertifikaatteja”. Tuottajat vastaavasti saavat tuottamastaan uusiutuvasta energiasta maksun paitsi sähköstä myös syntyneistä ”vihreistä sertifikaateista”. Tuotettujen ja tarvittavien sertifikaattien tarjonta ja kysyntä markkinoilla sitten asettaa markkinatalouden sääntöjen mukaan markkinahinnan näille sertifikaateille.

Kokemukset sertifikaattijärjestelmästä kertovat, että sähkön ja sertifikaattien yhteishinta on korkeampi kuin syöttötariffijärjestelmässä. Myös investointien liikkeellelähtö on yleensä ollut

hitaampaa. Tämä johtuu siitä, että sertifikaattijärjestelmän tuotto-odotuksiin liittyvät riskit ovat suuremmat kuin takuuhintajärjestelmässä, ja siksi tuottajat haluavat suuremman katteen investoinnilleen kuin takuuhintajärjestelmässä.

VIITTEET:

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

Klein, A., Held, H., Ragwitz, M., Resch, G. & Faber, T. 2006. Evaluation of different feed-in tariff design options – Best practice paper for the International Feed-in Cooperation. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, 2nd edition. October 2008.
(http://www.feed-in-cooperation.org/wDefault_7/content/research/research.php)

25) Kysymys:

Millaisia tukimuotoja maailmalla käytetään tuulivoimalle?

VASTAUS:

Suomessa toimitaan vapailla sähkömarkkinoilla, jolloin sähkön tuottajan saama hinta määräytyy kysynnän mukaisesti. Sijoittajat rakentavat sellaisia tuotantolaitoksia, joiden tuotto on taloudellisesti kannattavaa. Näin ollen uusiutuvan energian investointeja yleensä kannustetaan erilaisilla tukitoimilla. Näin varmistetaan, että sijoittajilla on riittävä kiinnostus toteuttaa tarvittavat uusiutuvan energian investoinnit eli että pääomaa hakeutuu riittävästi yhteiskunnan toivomiin hankkeisiin.

Euroopassa ja maailmalla käytetään useita erilaisia kannusteita uusiutuvan energian lisäämiseksi. Joissakin maissa on käytetty veroetuja (Intia, USA), joissakin toisissa erilaisia sertifikaatteja (Britannia, Italia, Ruotsi) ja joissain investointitukia (kuten Suomessa tähän saakka). Suomessa Työ- ja elinkeinoministeriön työryhmä (Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2009) päätyi niin sanottuun syöttötariffiin eli takuuhintajärjestelmään, joka on useissa selvityksissä (esimerkiksi Klein et al, 2006) todettu nopeimmaksi tavaksi saada investoinnit liikkeelle.

Veroetujen ja investointitukien hankaluutena on ollut niiden riippuvuus valtion vuosittaisista budjeteista ja siksi ne ovat lisänneet pitkäaikaisia investointeja tekevien sijoittajien epävarmuutta. Sertifikaattijärjestelmät sinänsä sopivat vapaille sähkömarkkinoille hyvin, mutta ne tapaavat tulla kokonaishinnaltaan syöttötariffia kalliimmiksi, koska markkinavoimien sääntöjen mukaan niissä on aina riskilisiä hinnan päällä.

Syöttötariffeista on kokemusta sekä Suomeen suunnitellusta kaikille yhtenäisestä takuuhintajärjestelmästä että ns. kilpailusta syöttötariffista. Koska Suomessa on tärkeä tavoite ollut varmistaa hankkeiden todellinen ja nopea liikkeellelähtö, valittiin määräaikainen takuuhinta (Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2009).

Klein, A., Held, H., Ragwitz, M., Resch, G. & Faber, T. 2006. Evaluation of different feed-in tariff design options – Best practice paper for the International Feed-in Cooperation. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research. December 2006. (http://www.feed-in-cooperation.org/images/files/best_practice_paper_final.pdf)

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffityöryhmän väliraportti, 2.4.2009 (http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

26) KYSYMYS:

Miksi tuulivoimalaitokset pysähtyvät myrskyssä? Seuraako siitä ongelmia?

VASTAUS:

Tuulivoimalaitokset suunnitellaan hyödyntämään sijoituspaikkansa tuulet mahdollisimman tehokkaasti. Tuuli vaihtelee tilastollisesti siten, että on täysin tyyniä tunteja ja myös myrskyisiä tunteja. Suurin osa ajasta on kuitenkin näiden väliltä.

Tuulivoimalaitosten suunnittelustandardeissa (IEC 61400) on asetettu vaatimukset sille, minkälaiset kestokyky- ja turvallisuusvaatimukset voimalan on täytettävä. Nämä vaatimukset riippuvat sijoituspaikan tuulisuuden mukaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kovatuuliselle paikalle rakennetaan rajumpaa tuulta kestävä ja kovia tuulia paremmin hyödyntävä laitos kuin heikkotuuliselle alueelle, jossa tavoitellaan maksimaalista energiantuotantoa vallitsevilla heikoilla ja keskimääräisillä tuulilla.

Heikon tuulen voimalaitosten tuotantokyky on hyvä alhaisemmilla tuulilla mm. pitempien lapojen vuoksi. Ne kuitenkin pysäytetään tyypillisesti jo 20 m/s tuulella ja lavat ohjataan asentoon, jossa voimalaitokseen kohdistuu mahdollisimman pieni mekaaninen rasitus. Kovatuulisten paikkojen voimalaitokset vastaavasti antavat parhaimman tuotantonsa selvästi navakammilla tuulilla, ja niitä voi käyttää aina 30 m/s tuulennopeuksiin saakka, joskus jopa pidempään.

Standardien vaatimuksista seuraavat voimalaitosten pysäytysnopeudet ovat sellaisia, joita kovempia tuulia tilastollisesti esiintyy vain hyvin lyhyen aikaa vuodessa. Näin ollen säästö rakenteiden materiaaleissa on paljon suurempi kuin menetys tuotannossa.

VIITE:

IEC 61400-1 (http://webstore.iec.ch/preview/info_iec61400-1%7Bed3.0%7Den.pdf)

27) KYSYMYKSI:

Tuleeko tuulivoima tarpeettomaksi, jos ydinvoimaa rakennettaisiin paljon lisää?

VASTAUS:

Ei ole olemassa yhtä kiistattomasti parasta tai huonointa sähköntuotantomuotoa. Jokaisella energialähteellä on omat etunsa ja haittansa. Parhaimpaan lopputulokseen päästään yhdistämällä kunkin maan omat luontaiset energialähteet ja käymällä vielä rajojen yli sähkökauppaa. Lainsäätäjät taas ohjaa omilla velvoitteillaan veroillaan ja tuillaan energiantuotantoa siihen suuntaan, mikä katsotaan yleisesti hyväksi. Näin ollen esimerkiksi hiilipäästöistä joudutaan maksamaan päästömaksuja ja ydinvoimaloista ja suurista tuulivoimapuistoista tekemään hyvin syvälliset ympäristövaikutusten arvioinnit.

Ydinvoimalaitoksia rakennetaan maissa, joissa on paljon sähkön hinnan edullisuuteen perustuvaa eli energiaa paljon ja tasaisella teholla kuluttavaa teollisuutta. Ydinvoiman hinta näet ei juuri vaihtele polttoaineen hinnan mukaan, ja sen vuoksi sähkön hinta on voimalan rakentamisen jälkeen helposti ennustettavissa. Sellaisissa maissa taas kuten Norja, joissa on paljon jokia ja korkeuseroja, perussähkön tarve tehdään vesivoimalla.

Tuulivoiman etu on päästöttömyys ja edulliset muuttuvat kustannukset (eli vähäinen huollon ja polttoaineen tarve). Näin ollen sitä kannattaa hyödyntää maksimaalisesti alueilla, jotka ovat riittävän tuulisia eikä asutus tai muut ympäristösyöt rajoita rakentamista. Kotimaisuus on myös useimmille positiivinen asia.

Suomi on sitoutunut EU:n uusiutuvan energian lisäystavoitteisiin. Nämä tavoitteet on täytettävä joka tapauksessa – täysin riippumatta siitä, kuin paljon ydinvoimaa rakennetaan lisää.

Tuulivoima ja ydinvoima pikemminkin siis täydentävät toisiaan kuin sulkevat toisiaan pois.

28) KYSYMYS:

Kuinka lähelle asutusta tuulivoimalaitoksen voi rakentaa.

VASTAUS:

Tuulivoimalaitosten etäisyyttä asutuksesta säädellään useimmissa maissa. Eri maiden säännöt vaihtelevat, mutta tyypillinen suositeltu vähimmäisetäisyys tuulivoimapuiston äärimmäisestä voimalaitoksesta lähimpään asuttuun rakennukseen on 600 ... 1000 metriä. Tällä pyritään minimoimaan voimalaitosten ääni- ja välkevarjohaitat. Joskus etäisyyttä voidaan lyhentää rajoittamalla taloihin nähden lähimpien voimalaitosten käyttöä nukkumisaikaan. Suomessa, jossa syksyisin ja talvisin aurinko voi paistaa varsin matalalta, on syytä aina arvioida välkevarjon riski ja tarvittaessa rajoittaa voimalaitoksen käyttöä niinä tunteina, joissa pyörivien lapojen varjot voisivat osua asuttuihin pihapiireihin.

Pientuulivoimalaitosten etäisyyttä asutuksesta ei ole näin tarkasti määritelty. Niiden osalta rakennus- ja toimenpideluvat ja niihin liittyvä naapurien kuulemismenettely on katsottu riittäväksi.

29) KYSYMYKSI:

Mikä on tuulivoimalaitoksen elinkaari?

VASTAUS:

Tuulivoimalaitokset suunnitellaan periaatteessa 20...25 vuoden eliniälle. Tekniikan kehitys on tähän asti ollut niin nopeaa että voimalaitosten taloudellinen käyttöikä on jäänyt teknistä käyttöikää lyhyemmäksi ja samoille paikoille on rakennettu uusia suurempia ja tehokkaampia laitoksia jo selvästi ennen tuon 20 vuoden täyttymistä.

Minne sitten käytetyt voimalaitokset joutuvat? Tornit ja muut teräsrakenteet päätyvät yleensä kierrätysmetalliksi. Samoin kupari. (Nalukowe et al, 2006) Betoniperustukset voidaan jättää paikoilleen, jos alueen teollisena alueena käyttö jatkuu, tai ne kerätään ja murskataan täyttömaaksi tai kaatopaikalle. Itse turpiinin sisältävät mekaaniset ja sähkötekniset laitteet romutetaan ja hyödynnettävät aineet otetaan talteen samaan tapaan kuin muistakin koneista. Esimerkiksi kuparia, jonka kierrätysarvo on varsin korkea, on tuulivoimalaitosten sähkölaitteissa runsaasti. Lasikuidut ja muoviosat voidaan hyödyntää energijätteenä.

VIITTEET:

B Nalukowe et al, Life Cycle Assessment of a Wind Turbine
(<http://www.infra.kth.se/fms/utbildning/lca/projects%202006/Group%2007%20%28Wind%20turbin%20e%29.pdf>)

Vestas, 2005, Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines. Retrieved on 20/05/2006,
(<http://www.vestas.com/pdf/miljoe/pdf/LCA%20V90-3.0%20MW%20onshore%20og%20offshore%20samt%20energibalace,%202005.pdf>)

30) KYSYMYS:

Tuulivoimalaitokset toimivat vain osan aikaa. Paljonko ne itse asiassa tuottavat sähköä ja mitä tarkoittaa huipunkäyttöaika?

VASTAUS:

Tuulivoimalaitokset tuottavat sähköä täydellä nimellistehollaan, kun tuuli on varsin voimakas. Täyden tehon saavuttamisraja on laitekohtaista, mutta useimmiten raja on noin 12...14 m/s. Heikommilla tuulilla voimalaitokset tuottavat vähemmän energiaa ja aivan alhaisilla tuulennopeuksilla (noin 4 m/s ja sen alle) ne pysähtyvät tai pyörivät vapaasti mitään tuottamatta. Myrskytuulilla voimalaitokset pysähtyvät, koska laitosten rakenteita ei kannata mitoittaa hyvin harvoin esiintyville tuulivoimille. Pysäyttämiserajana on, voimalaitoksesta riippuen, yleensä 20..25 m/s.

Suurin osa vuoden tuulista on sellaisia, jolloin tuulivoimalaitokset käyvät osateholla. Sen vuoksi laitokset on kehitetty hyödyntämään nämä tuulet mahdollisimman hyvin. Lapojen pituudella on oma vaikutuksensa ja myös sähköteknisillä ratkaisuilla, esimerkiksi kestromagneettigeneraattoreilla ja taajuusmuuttajilla. Huipunkäyttöajalla tarkoitetaan sitä laskennallista tuntimäärää, jonka tuulivoimalaitoksen pitäisi toimia täydellä teholla tuottaakseen saman energian, mitä se todellisuudessa vuodessa tuottaa. Myös vesivoimalaitosten yhteydessä käytetään samaa termiä.

Suomalaisissa oloissa rannikoilla päästään 2400 tunnin, sisämaassa 2100 tunnin ja merellä jopa 3300 tunnin huipunkäyttöaikoihin (Syöttötariffiryhmän väliraportti, 2009). Tämä tarkoittaa sitä, että maatuulivoimalaitos tuottaa vuodessa neljäsosan teoreettisesta maksimituotantokyvystään. Merituulivoimalaitoksilla suhde on 37%.

Työ- ja elinkeinoministeriön asettaman Syöttötariffiryhmän väliraportti , 2.4.2009
(http://www.tem.fi/files/22300/TEM_Syottotariffiryhman_valiraportti_020409.pdf)

VTT, Suomen tuulivoimatilastot (<http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/>)