



Nro 4/2005
16. vuosikerta

TUULEN SILMÄ



**TUULIVOIMA-TIEKARTTA VIENNIN KEHITTÄMISEKSI
TUULIVOIMALAN KÄYNTIÄÄNESTÄ
MIKÄ ON SÄHKÖN TUOTANNON SIIRTOMAKSUJEN NYKYTILA?**

Erkki Haapanen Toiminnanjohtaja

Kulunut kesä ja syksy on ollut tuulivoimapolitiikassa merkittävää aikaa. Tuulivoiman vastustajat ovat käyneet voimakasta kampanjaa tuulivoimaa vastaan julkaisemalla suurimmissa päivälehdissä "Totuus tuulivoimasta" ja "Raiskausta" - kampanjaa, jotka härskiydessään ovat ampuneet itseään pahasti jalkaan. Saaristomaiseman suojelun nimissä on hyökätty pahinta tulevaisuuden uhkakuvaa - tuulivoimaa vastaan. Taistelu on tuottanut sen verran hedelmää, että kaksi voimalaa on sen johdosta purettu ja palautettu toimittajalle. Vastustajat ovat saaneet tästä uutta puhuttia ja voidaan vain jättää odottelemaan heidän seuraavaa kampanjaansa. Television MOT-ohjelma on myös täysin kritiikittömästi osallistunut tähän kampanjaan.

Tuulivoima on riippuvainen politiikasta ja politiikka on kansalaisten käsissä. Tällaiset kampanjat edistävät tuulivoiman toteuttamista, koska niissä otetaan asiat esille ja niistä keskustellaan sekä haetaan yhteisesti

hyväksyttävät toimintamallit. Tuulivoiman edut ympäristöä saastuttamattomana ja uusiutuvana energialähteenä ovat merkittäviä ja energiapotentiaali on niin suuri, että olisi kansantaloudellista haaskausta jättää sitä kehittämättä. Tuulivoimaa moititaan muita energiamuotoja vähemmän kustannustehokkaaksi. Tämä pitää paikkansa vain niin kauan, kuin muiden energian tuotantomuotojen aiheuttamille haitoille ei anneta oikeaa hintaa.

Poliittisella rintamalla olemme juuri saaneet hallituksen energia- ja ilmastopolitiikkaa koskevan selonteon eduskunnalle. Hallituksen tavoitteena on huolehtia suomalaisen tuulivoimateknologian kehittämisedellytyksien ja vientimahdollisuuksien turvaamisesta edistämällä tuulivoiman hyödyntämistä Suomessa siten, että kasvu olisi keskimäärin 10% vuodessa vuosina 2005 - 2015. Jatkossa vain uutta teknologiaa sisältäville hankkeille annetaan investointitukea. Tuulivoiman tuotannon verotueksi kaavail-



laan keskimäärin 8 M• vuosina 2005 - 2015. Investointituen määrästä ei esitetä muuta arviota, kuin että se tulee laskemaan.

Myös EU on juuri julkaissut seurantaraportin uusiutuvien energiamuotojen toteutuksen onnistumisesta eri maissa. Suomen tuulivoiman osalta todetaan, että tuulivoiman tuki on EU:n alhaisin ja että Suomi aikoo pitää linjansa.

Osittain politiikkaa on myös, millaisilla ehdoilla tuulisähkö otetaan verkkoon siirrettäväksi. Tästä on nyt saatu sähkömarkkinalaitoksen teettämä selvitys ja toivottavasti raportti johdattaa hinnoittelun ja ehtojen yhtenäistymiseen ja johdonmukaisuuteen.

Suomen Tuulivoimayhdistyksen (STY) hallitus vuonna 2005-06

Puheenjohtaja:
FK Bengt Tammelin,
tutkimuspäällikkö, Ilmatieteen laitos
Puh: (09) 1929 4160

Erkki Kunnari
WinWind Oy

Yrjö Rinta-Jouppi
Kemetec Oy

Merja Paakkari
Hafmex Windforce Oy

Juhani Jokinen
Hafmex Windforce Oy

Timo Laakso
VTT Energia

Rad. as.
Vilho Salmela

Professori Timo Vekara
Vaasan Yliopisto

Folke Malmgren
Vindkraftföreningen r.f.

Toiminnanjohtaja:
DI Erkki Haapanen
puh. (040) 771 6114
s-posti: tuuli@tuulivoimayhdistys.fi

TUULENSILMÄ

ISSN 0787-8796

Julkaisija:

Suomen Tuulivoimayhdistys ry

Päätoimittaja:

Bengt Tammelin

Toimituskunta:

Bengt Tammelin

Esa Holttinen

Merja Paakkari

Folke Malmgren

Toimitussihteeri:

Merja Paakkari

Ulkoasu:

Merja Paakkari

Painopaikka:

M-Print, Mänttä

Ilmoitushinnat:

Sivu	1/1	590 euroa
	1/2	340 euroa
	1/3	170 euroa
	1/4	135 euroa
Yrityshakemisto		17 euroa

Tilaushinta:

Lehti ilmestyy 4 kertaa vuodessa

Vuosikertatilaukset: 42 euroa

Postiosoite:

SUOMEN
TUULIVOIMAYHDISTYS RY
Raininkaistentie 27
35600 HALLI

S-posti: tuuli@tuulivoimayhdistys.fi

Internet: www.tuulivoimayhdistys.fi

EWEA: www.ewea.org

Yhdistyksen jäsenmaksut:

Henkilöjäsenet	35 euroa
Opiskelijat	10 euroa
Yritykset	1000 euroa
Yhteisöt	1200 euroa
Pienyritykset	200 euroa

Pankkitili:

Sampo Pankki 800017-70121854

4/2005

Pääkirjoitus

Erkki Haapanen

2

Tuulivoima-tiekartta viennin kehittämiseksi

Heli Antila, Esa Holttinen, Esa Peltola,

Aleksi Lumijärvi ja Olli Sipilä

4

Tuulivoima maataloudessa

Erkki Haapanen

6

Tuulivoimalan käyntiäänestä

Erkki Haapanen

8

Suomen tuulivoimaloiden kustannustehokkuus parantunut

Hannele Holttinen

12

Tuulivoiman tuotantotilat

13

Tuulivoimakatsaus maailmalta

Hannele Holttinen

16

Mikä on sähkön tuotannon siirtomaksujen nykytila?

Eero Vartiainen ja Juha Vanhanen

19

Pientuulivoimala Suomen olosuhteisiin

Erkki Haapanen

22

Uutisia

23

Tapahtumakalenteri

25

Yrityshakemisto

26

Kansikuva: Tuulipuisto Oloksella; VTT

Tuulivoima-tiekartta viennin kehittämiseksi

Heli Antila, Esa Holttinen, Esa Peltola, Alekski Lumijärvi ja Olli Sipilä
Electrowatt-Ekono Oy

Tuulivoiman maailmanmarkkinat kasvavat ja alalle tulee uusia sovel-lusalueita. Suomalaisen tuulivoima-teollisuuden osaaminen ja erityiset toimintaolosuhteet antavat huomattavia mahdollisuuksia niissä menestymiseen. Näitä mahdollisuuksia ja niihin tähtääviä toimenpiteitä on selvitetty alalle laaditussa tiekartassa

Suomalainen tuulivoima – uusi globaali läpimurtoala

Tuulivoima on murrosvaiheessa niin Suomessa kuin maailmalla. Suomessa tuulivoiman arvioidaan tulevan seuraavan kymmenen vuoden aikana aidosti kilpailukykyiseksi. Samalla Suomen muut vaihtoehdot vastata sähkökulutuksen kasvuun uusilla tuotantoinvestoinneilla vähenevät merkittävästi. Murrosvaihe maailmalla vaikuttaa kuitenkin tuulivoimaan liittyviin mahdollisuuksiin kotimaisia olosuhteita enemmän. Maailman energiatalous joutuu vastaamaan kiihtyvään sähkökulutuksen kasvuun sekä uusilla että konventionaalisilla tuotantomuodoilla. Nousevat sähkön ja polttoaineiden hinnat tekevät yhä haastavammat tuulivoiman sijoituspaikat kannattavaksi. Samalla valtiot pyrkivät lisäämään energiaomavaraisuutta, paikallisten resurssien hajautettua hyödyntämistä, teollisia ja innovaatiotyöpaikkoja, vähentämään öljyriippuvaisuutta sekä edistämään kestäväää kehitystä.

Tuulivoimamarkkinoilla tämä kehitys aiheuttaa teknologisen murroksen muodostaen uusia sijoituspaikkojen erityisolosuhteisiin perustuvia segmenttejä. Perinteiset maatuulivoimaratkaisut eivät suoraan sovellu näille uusille segmenteille. Viime vuosina

kehitys on kohdistunut voimaloiden koon kasvattamiseen. Jatkossa kilpailuedun lähteet monipuolistuvat: tulevina vuosina panostetaan yhä enemmän luotettavuuteen, vikasietoisuuteen, tehokkuuteen, saavutettavuuteen sekä yleisesti haastavien olosuhteiden teknologiaan.

Haastaviin olosuhteisiin ei ole vielä tarjolla vakiintuneita ratkaisuja, joten oikeilla toimenpiteillä niissä on saavutettavissa merkittävää kasvupotentiaalia innovaatio- ja osaamisviennille. Teknologiateollisuus ry:n toimeksiannosta Electrowatt-Ekono Oy Liikkeenjohdon konsultointi ja VTT Prosessit ovat laatineet suomalaiselle tuulivoimatoimialalle tiekartan käsit-täen kehityshankkeet ja toimenpiteet, joilla toimialan kansainvälistymistä ja kasvua vahvistetaan. Tiekartta on kunnianhimoinen, mutta sen uskotaan tuottavan tuloksia. Valtiolta edellytetään keskimäärin 15 miljoonan euron vuosittaista panostamista kaudella 2006-2020. Tämä katalysoi yrityksille keskimäärin 100 miljoonan euron investoinnit vuosittain. Tuloksena on alan viennin nopea kasvu ja runsaasti uusia työpaikkoja. Vuonna 2020 vienti voisi olla vuositasolla 1 400 miljoonaa euroa (200 milj.euroa v.2005) ja alalla voisi olla 18 000 työpaikkaa (2000 v.2005).

Suomella on hyvät perusedellytykset luoda kasvaville tuulivoimamarkkinoille kilpailukykyisiä tuotteita ja palveluita: kotimarkkinoiden monipuolinen energiatuotantorakenne, haastavat olosuhteet, kasvava energiaklusteri sekä vahvat konepaja- ja ICT-sektorit mahdollistavat synergiaedut ja innovatiivisuuden.

Erityisolosuhteita, joissa erityispanostuksella voidaan saavuttaa glo-

baalia kilpailukykyä, ovat esimerkiksi:

- meriolosuhteet,
- suuret toimintalämpötilojen vaihtelut ja jäätyminen,
- heikko- ja kovatuuliset sekä turbulenssiset sijoituspaikat

TIEKARTTA

Tiekartassa on nostettu esille kolme keskeistä osa-aluetta, jotka liittyvät toisiinsa ja joiden vaikuttavuus on alan kehitykselle keskeinen: kotimarkkinat, vienninedistäminen sekä T&K- ja muu yhteistyö.

Esteiden ja mahdollisuuksien muodostamista kotimarkkinoiden reuna-ehdoista on tiekarttaan muodostettu demonstraatiohankkeista koostuva ydin. Reunaehdot ovat:

- Nykyinen yksikkökoko (noin 3 MW) ”sopiva” ainakin 5 vuotta eteenpäin.
- Kotimaisiin erityisolosuhteisiin ei löydy valmiita kaupallisia teknologiaratkaisuja: Turbulenttiset, vertikaaliprofiililtaan haastavat sijoituskohteet (metsäisyys, läheiset rakennukset), jäätyvät olosuhteet, jäätyvät merialueet (perustukset, käyttö ja kunnossapito)
- Rakentamisen on kohdistuttava pääosin maakuntakaavoissa osoitetuille alueille.
- Maakuntakaavat mahdollistavat keskeiset demonstraatiokohteet.
- Tukipolitiikan osalta ei odotettavissa merkittävää parannusta, demohankkeiden edellytykset saattavat parantua, mutta normaalien tuulivoimahankkeiden jopa heikentyä.

Näiden pohjalta työryhmä on laatinut

neljän demonstraatiohankkeen kokonaisuuden, joissa kaikissa luodaan tietopohjaa maakuntakaavoissa osoitetuille sijoituspaikoille, kehitetään johdonmukaisesti suomalaista kilpailuetua vientiteollisuudelle sekä pyritään alentamaan tuulivoiman kustannus- ja riskitasoa haastavissa olosuhteissa. Nämä demonstraatiohankkeet ovat suuret puistot satama- tai teollisuusalueella, metsäisessä maastossa, tuntureilla sekä merellä. Demonstraatiohankkeet noudattavat ”kasvavan haastavuustason” logiikkaa, jossa edellisten demonstraatiohankkeiden tuomaa kokemusta hyödynnetään seuraavissa, yhä riskisemmissä hankkeissa.

Demonstraatiohankkeiden toteuttamiseksi on koottava yksi tai useampi vahva riskiä sietävä konsortio (vahvoilla sopimuksilla varustettu projektiyhtiö, tehokkaasti ja laajasti allokoidut riskit). Demonstraatiohankkeisiin kiinteästi liittyvät olosuhdekartoitukset ja seurantaprojektit integroidaan yhdeksi kokonaisuudeksi, mikä rahoitetaan vuosittaisesta T&K-rahoituksesta.

Toinen tiekartan toimenpidealue oli vienninedistäminen. Nykytilan luomat reunaehdot suomalaisen tuulivoimatoimialan kansainvälistymiselle ovat:

- Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta suomalaiset toimijat ovat pieniä.
- Vain harvalla yrityksellä on resursseja kehittää kansainvälistä liiketoimintaa sekä rakentaa jatkuva läsnäolo kansainvälisillä markkinoilla.
- Poliittinen tuki ollut toistaiseksi kotimarkkinoiden voimakkaan kehittämisen kannalta riittämätöntä.
- Olemassa olevia kattorakenteita sekä rahoitus- ja muita resursseja on hyödynnettävä yhteistyössä (esim. Sitra, Tekes, Finpro).

Vienninedistämistoimenpiteiden tavoitteina on oltava, että tulevaisuudessa tuulivoima tunnustetaan Suomessa merkittäväksi kansainvälistä liiketoimintapotentiaalia omaavaksi osaamisalueeksi. Tuulivoima-alan on myös luotava aktiivisesti yhteistyötä kansainvälistymistä tukevien organi-

saatioiden kanssa (kilpailu ja yhteistyö muiden energia- ja ympäristöalojen kanssa). Suomalaisen tuulivoiman tunnettavuutta on lisättävä alan kansainvälisten rahoittajien, järjestelmätoimittajien ja projektikehittäjien taholla. Tällä varmistetaan sekä mahdollisuus päästä mukaan hankkeisiin että tiedon ja pääoman liikkuvuus alalle.

Kolmas osa-alue tiekartassa on T&K- ja muun yhteistyön kehittäminen. Sen reunaehtoina ovat:

- Tuulivoima-alalle kehitetään selkeät yhteistyössä rakennetut suuntalinjat
- Toimialaa ryhdytään markkinoimaan tehokkaammin ja liiketoimintaviestillä
- Yhteistyö mahdollistaa sekä tutkimusta että kaupallistamista

Osa-alueeseen liittyvien toimenpiteiden tavoitteena on oltava ensimmäisenä riittävän näkyvyyden ja vaikutavuuden saavuttaminen kotimaassa. Lähtökohtana on oltava, että tulevaisuudessa suomalainen tuulivoima tunnustetaan sekä kotimaassa että kansainvälisesti ja tuulivoimalla on energia- ja ympäristöklusterissa korkea profiili. Tämän saavuttamiseksi suomalaisella tuulivoimalla on oltava yhteinen visio ja alalle on luotava kehityksen jatkuvuuden takaava organisaatio, ensivaiheessa virtuaalisesti. Tuulivoiman on noustava myös Tekesin painopistealueeksi, jotta yhteistyön resurssit ja jatkuvuus varmistetaan.

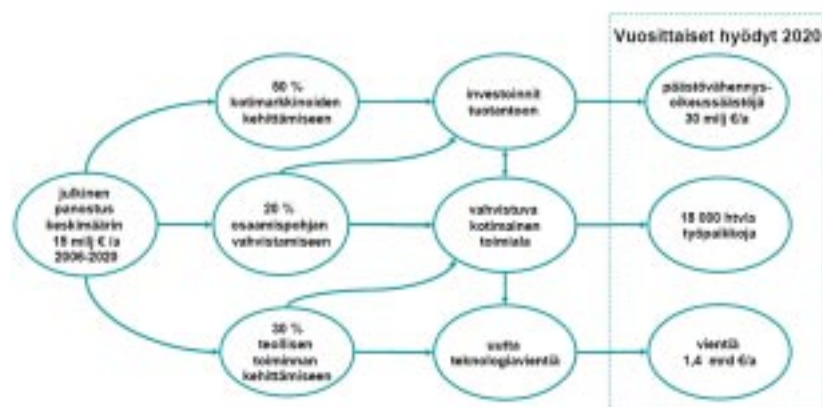
Kehitys vaatii panostuksia

Viennin edistäminen vaatii kehityspanostuksia vuoteen 2020 mennessä noin 220 miljoonaa euroa. Panostukset kattavat sekä yleisen T&K:n, investointituet kotimarkkinoiden volyymin takaamiseksi, demonstraatiohankkeet sekä muut tiekartan mukaiset toimenpiteet. Tiekartassa tarkasteltujen tuotoksien ja panoksien vaikutuksien toteutuessa uuden henkilötyövuoden kustannus olisi 2100 • / henkilötyövuosi

Rahoituksen painopiste olisi vuosina 2006-2009 demonstraatiohankkeissa. Vuosina 2010-2015 pääpaino olisi asteittain vähenevällä investointituella, jolla edelleen taattaisiin toimialan kehittymiselle tarvittava investointiaste. Tämän jälkeen vientiteollisuuden tukemista jatketaan riittävällä T&K-rahoituksella.

Investointituen osalta olisi harkittava sen asteittaista porrastamista riippuen sijoituspaikan haasteellisuudesta. Esimerkiksi vuonna 2010 olisi suoritettava väliarviointi tuen tarkoituksenmukaisesta kohdentamisesta tulevina vuosina.

Kehityksen rahoitukseen osallistuvat kauppa- ja teollisuusministeriö ja valtiovarainministeriö sekä demonstraatioiden että investointituen osalta. T&K-perusrahoitus tulisi Tekes:ltä ja VTT:ltä. Tiekartan toimenpiteiden ja muun rahoitukseen tulisi osallistua edellä mainittujen lisäksi alan teollisuutta, viennin edistäjiä ja energia-ala-



Kuvio 2. Yhteiskunnan panostuksien jakautuminen 2006-2020 ja vuosittaiset hyödyt.

Tuulivoima maataloudessa

Erkki Haapanen, DI, toiminnojohtaja
Suomen tuulivoimayhdistys ry

Tuulivoiman historia alkaa maataloudesta. Muinaiset kiinalaiset ja egyptiläiset käyttivät tuulta hyväksi viljan jauhamiseen sekä veden pumppaamiseen. Euroopassa tuulivoima alkoi 1700 luvulla vähitellen kilpailla vesivoimalla käyvien viljamylyjen kanssa. Englantilaiset talonpojat kyllästyi-vät mylläreiden rosvohinnoitteluun. He olivat nähneet mannermaalla tuulivoimaloita ja rakennuttivat itselleen sellaisia, jolloin heidän ei tarvinnut enää maksaa mylläreille viljansa jauhamisesta. Luonnollisesti privilegioita nauttivat myllärit valittivat, että talonpojat olivat alkaneet itse jauhaa viljaansa ja loukkasivat siten kuninkaan mylläreille myöntämää yksinoikeutta. Kiistat jatkuivat aikansa mutta tuulimyllyt yleistyivät vähitellen ja olivat ennen höyryvoiman käyttöön ottoa hyvin merkittävä energialähde vesivoiman rinnalla. Pohjois-Amerikan asuttamisen yksi kulmakivi oli tuulimylly, jolla voitiin pumpata karjalle vettä kuivilla preerioilla. Näitä "villinlännen myllyjä" on vieläkin käytössä veden pumppaukseen eri puolilla maapalloa.

Tuulivoiman uusi tuleminen alkoi 1970 luvun energiakriisin runtelemassa Tanskassa. Tällöin kyläsepät ja monet muut taitajat alkoivat rakentaa lähinnä maaseudulle pientalojen ja maatilojen käyttöön 10 - 30 kW:n kokoisia tuulivoimaloita. Jos projekti onnistui, naapurikin halusi samanlaisen ja niin voimaloita alkoi vähitellen nousta ympäri Tanskaa. Kun saatiin lisää kokemusta, voimaloiden koko kasvoi ja luotettavuus parani ja pian sähköä jäi myytäväksi sähköverkkoon. Sähkölai-

tokset olivat ymmällään, mitä tehdä uusien tuottajien kanssa ja niinpä ne pääsääntöisesti kehittivät erilaisia sääntöjä ja hintoja verkkoon pääsyn vaikeuttamiseksi. Tanskassa oli kuitenkin jo niin paljon voimalan omistajia, että he saivat parlamentin kieltämään tällaiset rajoittavat määräykset sen sijaan sähköyhtiöt velvoitettiin ottamaan vastaan tuulivoimalla tuotettu sähkö ja maksamaan siitä kohtuullinen korvaus. Valtio ryhtyi lisäksi tukemaan eri tavoin uuden ja puhtaamman energiamuodon kehittämistä.

Varsinainen rysäys tapahtui kuitenkin 1978, kun USA:ssa tuli käyttöön uusi PURPA -laki (Public Utilities Regulatory Policy Act of 1978), joka oli tarkoitettu energian säästön ja vaihtoehtoisen, ympäristöystävällisen energiantuotannon tukemiseen. Koska tanskalaiset olivat tähän aikaan selvästi muita edellä tuulivoimaloiden kehityksessä ja valmistuksessa, he kykenivät nopeasti vastaamaan suunnattomaan kysyntään. PURPA-lain puitteissa tanskalaiset toimittivat tuhansia voimaloita USA:n markkinoille. Tähän aikaan voimalat olivat kooltaan vähän yli 50 kW. Näitä voimaloita saattaa nähdä edelleen etenkin Kaliforniassa, jonne rakennettiin useita tuhansien voimaloiden puistoja ja vuonna 1985, jolloin PURPA-laki päättyi, Kaliforniassa ylitettiin 1000 MW:n raja. Lain päättyttyä USA:n tuulivoimakasvu kuitenkin pysähtyi ja jopa taantui yli kymmeneksi vuodeksi lähes täydellisesti. Tanskassa tämä tiesi nopeasti kehittyneelle alalle konkurssseja. Mutta ammattitaito säilyi ja uudet yritykset jatkoivat tuulivoima-

loiden valmistusta ja niiden toiminta sopeutettiin vallitsevaan kysyntään. Asiakkaista pääosa oli yksityisiä kotitalouksia, maatiloja ja pienyrityksiä. Kun tuulivoimaloiden koko kasvoi, tarvittiin useamman naapurin yhteistyötä sekä jakamaan tuotantoa että kustannuksia. Monen maatilan ostivat yhteisen voimalan, ja ylimääräinen tuotto myytiin verkkoon. Tanskassa valtio ryhtyi tukemaan tuulivoiman käyttöä erityisillä verohelpotuksilla ja CO₂-maksulla, joiden avulla tuulivoiman tuottaminen saatiin taloudellisesti kannattavaksi. Tämä lisäsi kysyntää ja synnytti uusia valmistajia, ja kilpailu koveni. Tanskasta tuli tuulivoimaloiden valmistuksen ehdoton ykkönen. Vuonna 1995 Tanskassa laskettiin, että valtion panostama kruunu tuli viisitoistakertaisena takaisin valtion kirstuun. Tuulivoimasta kehittyi nopeasti Tanskan toiseksi merkittävin teollisuuden ala.

Saksasta tuli 1990-luvulla merkittävin tuulivoiman tuottaja, koska Saksan liittopäivät oli määrännyt lain, jonka perusteella sähköyhtiöiden oli otettava vastaan pienvoimaloilla tuotettu sähkö ja maksettava siitä kiinteä hinta. Tämä sai aikaan kansanliikkeen ja hyvätuulisella paikalla oleva maatilan omistaja halusi luonnollisesti oman tuulivoimalan tai jopa tuulipuiston. Hän viljeli edelleen maataan, koska voimalan vaatima alue on noin 25 m² voimalaa kohti ja muu alue on käytettävissä edelleen maatalouteen. Parhailla tuulipaikoilla viljelijä sai tuulivoimasta paremman hehtaarisadon kuin niiden alla viljelemästään maasta.



Kuva 1 Nykyaikaista tuulivoimaa Tanskan maaseudulla. Kuva Erkki Haapanen

Ruotsissa ja monissa muissa Euroopan maissa oli 90-luvulla yleistä, että muutama maanviljelijä muodosti yhdessä tuulivoimayhtiön, hankkivat käyttöönsä oman tuulivoimalan ja myivät ylimääräisen sähkön verkkoon. Tämä oli vielä mahdollista, kun voimalan koot olivat 200 - 600 kW ja sähköyhtiöt tyytyivät lähinnä katsomaan vierestä ja tarkkailemaan tilannetta. Nykyisin kaupallisesti saatavilla olevat suurimmat voimalat ovat jo kolme megawattia ja sähköyhtiöt ovat alkaneet rakentaa niistä suuria tuulipuistoja.

Euroopan unioni on vahvasti tuulivoiman takana jo edellyttäen, että kukin jäsenvaltio kehittää omaa tuotantonsa asettamansa tavoitteen ja aikataulun mukaan. Suomi on saanut EU:n hyväksynnän ilmasto- ja energiastrategiassaan esittämälleen tavoitteelle, joka on 500 MW vuoteen 2010 mennessä. Tästä tavoitteesta on rakennettu vasta alle viidennes, joten kiirettä pitää, mikäli tavoitteessa halutaan pysyä. Nyt ollaan uusimassa edellä mainittuja strategioita ja on mielenkiintoista nähdä, mitä tästä tavoitteesta nyt sanotaan.

Monessa USA:n osavaltiossa ryhdyttiin tukemaan farmivoimaloiden rakentamista (alle 100 kW). Perusteluna on energiantuotannon hajauttaminen ja pienemmät verkostohäviöt. Lähellä kuluttajaa tuotettu sähkö vähentää verkoston kuormitusta sekä siirtää verkoston uusimistarpeen tuonnemmaksi. Osavaltioilla on omat, toisistaan poikkeavat järjestelmät, mutta yhteistä on halu käyttöä tukemalla kehittää pientuulivoimaloiden valmistusta kohti massatuotantoa, jolloin myös yksikköhinta laskee ja tuen tarve poistuu.

Suomessa on pitkä rannikko, jolla on erinomaiset tuuliolosuhteet. Lähellä rantaa olevilla maatiloilla on erinomainen mahdollisuus käyttää tuulivoimaa osana energian hankintaa ja pienentämään sähkölaskua. Näillä alueilla on myös mahdollista rakentaa nykyisin suosittu megawattikokoa oleva voimala, jolle voi saada KTM:n investointiavustuksen. Tällöin yli oman tarpeen tuotetun sähkön voi myydä verkkoon ja saada siitä sivutuloa. Sisämaassa tuuliolot ovat heikommalla ja kannattavuuskynnys korkeammalla.

Omaan tarpeeseen tuotetusta tuulisähköstä ei kuitenkaan tarvitse maksaa siirtohintaa eikä sähköveroakaan, mikä saattaa tehdä siitäkin kannattavan. Aina on kuitenkin syytä muistaa, että riittävä tuulisuus on tärkein edellytys kannattavuudelle.

Tuulivoimalan käyntiäänestä -osa 1

Erkki Haapanen, DI, toiminnanjohtaja
Suomen tuulivoimayhdistys ry

Tuulivoimalan ympäristöhaitoista melu luetaan yhdeksi merkittävimmistä. Tuulivoimalaa rakennettaessa tai hankittaessa on syytä kiinnittää melukysymykseen riittävästi huomiota, koska jälkepäin on erittäin vaikeaa ja kallista vähentää meluhaittoja. Tärkein melua rajoittava vaikutus on riittävä etäisyys lähimpiin melulle arkoihin kohteisiin. Tuulivoimalan melupäästö lasketaan napakorkeudella olevana pistemäisenä melulähteenä. Uutena hankittavien kaupallisten voimaloiden melupäästö vaihtelee 96 - 106 dB:n välillä. Yleisin käytetty A-painotettu meluraja on 45 dB, joka saavutetaan edellä mainituilla meluarvoilla 100 - 320 m etäisyydellä voimaloista. Luonnollisesti maasto ja voimalan korkeus vaikuttavat hieman tarvittavaan etäisyyteen, mutta vain hieman.

Melun ohjearvot

Ympäristömelun yleiset ohjearvot on annettu valtioneuvoston päätöksessä (993/1992). Ohjearvot on annettu päivällä (klo 7-22) ja yöllä (klo 22-7) sekä ulkona että sisällä esiintyvälle melulle (taulukko 1).

Ulkona:	Päivä	Yö
asuminen, virkistysalue, taajamassa, hoito- ja oppilaitokset	55	50'
loma-asuminen, leirintä, virkistys- ja luonnosuojelualue	45	40
Sisällä:		
asuin-, polttis- ja majoitustila	35	30
opetus- ja kokoontumistila	35	-
liike- ja toimistotila	45	-
* Läsnä ollessa		45

Taulukko 1 Melun raja-arvot Suomessa. Sisätiloissa, joissa on avoin ikkuna vallitsee noin 6 dB alhaisempi melutaso kuin ulkona.

Melutekijän huomioiminen voimalan sijoituksessa

Tuulivoimalan valmistajan on esitettävä ostajalle voimalan melupäästöarvot. Parhaiten dokumentointi on toteutettu silloin, kun asiakirjojen mukana toimitetaan täydellinen kolmannen osapuolen melumittausraportti. Melumittaukset suoritetaan hyväksytyssä mittauspaikassa, jonne voimala asennetaan melu- ja muita tyyppi- hyväksyntää varten vaadittavia mittauksia varten. Mittauspaikalla on säämastoja, joiden avulla kyetään tarkasti mittaamaan napakorkeudella vallitseva tuulen nopeus, suunta ja turbulentsisuus. Voimalan melupäästön mittaamiseksi alueella suoritetaan useita mittauksia, jolloin eri tuulen suuntien ja voimakkuuksien vaikutukset saadaan esiin. Mittauksissa selvitetään eri taajuuksien äänien osuus äänispektrissä. Mittaustulokset tiivistetään yhteen pisteeseen, konehuoneeseen, jolle ilmoitetaan meluarvot tuulen nopeudesta riippuvana melupäästönä. Vertailtaessa eri laitosten keskinäistä melupäästöä yhdellä lukuarvolla, käytetään usein 8 m/s tuu-

len nopeutta 10 m korkeudella, koska tällä nopeudella voimalan ääni erottuu yleensä selvimmin taustakohinasta. Tulos saatetaan ilmaista esimerkiksi arvona LWA = 93 dB(A) 95% teholla ja 8 m/s tuulella 10 m korkeudessa.

Kuvassa 1. on esitetty vuonna 2001 valmistettujen tuulivoimaloiden melupäästötasot. Luvussa on mukana mahdollisesta tonaalisuudesta tai impulsiivisuudesta johtuva "sakko". Pääosa päästöistä sijoittuu välille 100 - 105 dB. Ehkä yllättävääkin on, että aivan pienintä voimalaa lukuunottamatta, kaikissa teholuokissa on lähes sama melupäästö ja suuri vaihtelu samassa teholuokassa. Tämä osoittaa selvästi, että voimaloissa on eroa. Nämä erot johtuvat mm. rakenteellisista ja toiminnallisista ratkaisuista, joista tuonnempana.

Taulukossa 2. on laskettu karkeasti tarvittava etäisyys, jottei meluraja ylityisi melulle arassa kohteessa. Taulukko antaa vain suuntaa eikä sitä tule käyttää ohjeena, vaan kussakin tapauksessa on selvitettävä tarkemmin tarvittava etäisyys. Tällöin on huomioitava paikalliset olosuhteet kuten mahdollisesti ääntä heijastavat pinnat, jotka saattavat ohjata ääntä kriittisiin paikkoihin. Maaston peitteisyys vaikuttaa myös äänen voimakkuuteen varsinkin, kun ollaan etäisyyksien ääriarjoilla. Esimerkiksi metsä ja monimuotoinen maasto synnyttävät taustakohinaa, joka peittää tuulivoimalan äänen ja tällöin voidaan käyttää taulukossa esiintyviä arvoja lyhy-

empitä etäisyyksiä.

Tuulivoimalan käyntiääni

Tuulivoimalan käyntiääni on modernissa voimalassa lähes pelkästään lapojen tuottamaa suhinaa, joka erottuu ympäristön äänistä lapojen pyörimisnopeudesta riippuvana jaksollisena suhinana. Doppler-ilmiö aiheuttaa suhinaan taajuusmuutoksia - lähenevän lavan taajuus nousee ja pakenevan lavan laskee. Tämä erottaa tuulivoimalan äänen selkeimmin taustakohinasta. Herkimmillä ihmisillä ärsytykseksi riittää, että käyntiääni erottuu taustäänistä. Eräissä tutkimuksissa on todettu, että noin 5 dB taustääniä voimakkaampi ääni on erotettavissa ja 10 dB voimakkaampi saattaa tuottaa jo valituksia. Tuulivoimalan käyntiääni ylittää helposti tuulivoimaan negatiivisesti suhtautuvan henkilön ärsytyskynnyksen ja tällainen henkilö erottaa tuulivoimalan äänen herkemmin, kuin tuuli-

voimaan positiivisesti suhtautuva.

Milloin ääni muuttuu meluksi?

Tiedämme kokemuksesta, että eri tilanteissa syntyy hyvinkin voimakkaita ääniä. Esimerkiksi konsertissa saatetaan olla kohtauksia, joissa äänen voimakkuus ylittää reippaasti suurimman sallitun työpaikan äänitason ja kunnon rock-konsertin jälkeen kuulo voi olla heikentynyt parin päivän ajan. Silti yleisön enemmistö ei puhu melusta vaan voimakkaasta musiikista.

Meluun liittyy negatiivinen varaus - se koetaan vastenmieliseksi ja sitä tulisi välttää. Melu on - normaaleja toimintoja häiritsevää ääntä, jolla ei ole välttämättä erityistä sanomaa tai melulla saattaa olla sanoma, jota ei haluta kuulla. Esimerkiksi puheääni häiritsee lukemaan keskittyntä. Luonnon ja rakennelmien aiheuttamaa tuulen tai aaltojen kohinaa ei yleensä luokitella meluksi, vaikka voimakkuus

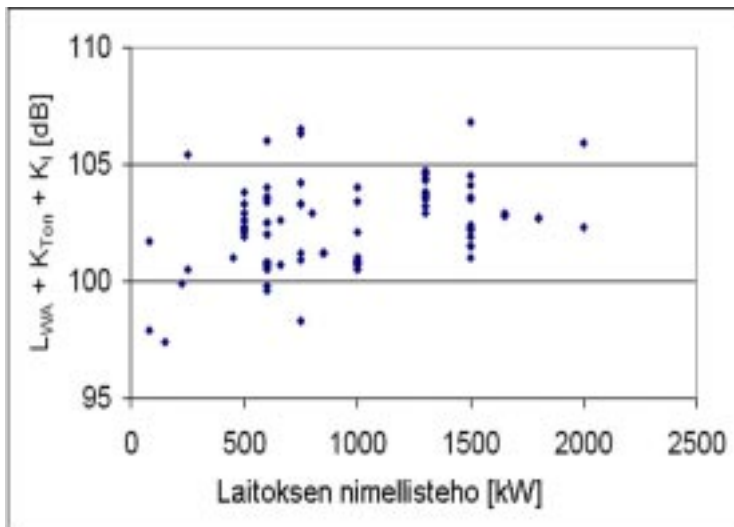
nousisi pauhuksi. Tämä johtuu siitä, että ihmiset ovat tottuneet tähän ja kohina sinänsä ei sano mitään. Tuulivoimalan aiheuttama kohina kertoo lähistöllä olevasta voimalasta, ja riippuen kuulijan suhtautumisesta tuulivoimaan, ääni koetaan kiusallisena tai siihen ei edes kiinnitä huomiota. Voimalan omistaja voi rakennuttaa voimalansa omalle maalleen, jopa hyvinkin lähelle asumustaan, koska häntä voimalan ääni ei häiritse vaan se on pikemminkin merkki voimalan normaalista toiminnasta ja positiivinen signaali. Saksalainen voimalan omistaja kuuleekin äänen "Pfenning - Pfenning". En tiedä, mitä euro-aikana kuulevat. Kateellista naapuria sama ääni saattaa häiritä jo pelkästään sen vuoksi, että hän näkee voimalan pyörivän ja tietää siitä lähtevän äänen, vaikka sitä juuri nyt kuulisikaan.

Desibeliasteikko

Äänen voimakkuudesta puhuttaessa käytetään logaritmista desibeliasteikkoa. Ihmiskorva kykenee erottamaan tuhannen hertsin taajuisen äänen, jonka tehollinen paine on noin 2×10^{-5} Pa. Tätä painetta käytetään vertailupaineena, kun puhutaan äänipaineesta. Ihmiskorvan erotuskynnykset riippuu taajuudesta. Herkimmillään korva on 1000 - 5000 Hz alueella. Tätä matalammilla ja korkeammilla taajuuksilla tarvitaan voimakkaampaa ääntä, saman tasoisen kuulovaikutuksen syntymiseen. Eri korkeisten äänien tuottaman kuulohavainnon keskinäistä vertailua varten on olemassa desibeli-asteikkoja, joista A-painotettu asteikko parhaiten vastaa ihmiskorvan normaalia kuulemista. Tästä asteikosta käytetään myös (virheellistä) merkintää dB(A). Kun äänen paine kaksinkertaistuu, niin desibeliluku kasvaa kolmella. Ihminen kykenee juuri ja juuri erottamaan noin 2 dB:n muutoksen äänen voimakkuudessa ja 3 dB:n ero on selvästi havaittavissa.

Mitä ääni on?

Ääni on nopeita paikallisia painevaihteluita, jotka etenevät "äänien nopeudella" äänen lähteestä pois päin.



Kuva 1 Tuulivoimaloiden melupäästöt. Tilanne vuodelta 2001. Melupäästöön on lisätty n. 5 dB sakko, mikäli laitos tuottaa tonaalista ääntä.

Tarvittava etäisyys [m] voimalasta, jotta meluraja ei ylittyisi						
Meluraja, dB(A)	Melupäästö, dB(A) konehuoneen korkeudella					
	96	98	100	102	104	106
55		-	-	60	80	100
50	55*	70	90	110	140	175
45	100	125	155	200	250	315
40	175	220	280	350	440	550
35	315	400	500	630	800	1000

Taulukko 2 Tarvittavat etäisyydet voimalasta, jotta naapurissa ei ylittyisi asetettuja melurajoja. Tummennettuna yleisin käytetty meluraja.

KÄYNTIÄÄNI

Painevaihtelun nopeutta kuvataan äänen taajuudella ja voimakkuutta painevaihtelun määrällä. Taajuuden yksikkönä käytetään hertsiä, Hz ja paineen yksikkönä Pascalia. Ihmiskorvan kuulokynnys tuhannen hertsin taajuiselle äänelle on kun sen tehollinen paine on noin 2×10^{-5} Pa, joka vastaa 0 dB(A), mutta 20 Hz äänen täytyy olla peräti 50,5 dB(A), jotta kuulokynnys ylittyisi. Jos ääni muodostuu yhdestä tai muutamasta taajuuksista, sen sanotaan soivan. Musiikki, laulu ja puhe ovat esimerkkejä tällaisista äänistä. Kun näitä ääniä kuulee useita päällekkäin, ne muodostavat hälyä, tai melua riippuen äänen luonteesta ja kuuntelijan tuntemuksista. Koneiden koteloista, rungoista tai komponenteista saattaa lähteä tällaisia soivia ääniä, jotka helposti koetaan epämiellyttävänä meluna. Luonnossa tuuli aiheuttaa runsaasti ääniä kuten meren aaltojen kohinaa tai puiden lehtien havinaa, jotka ovat esimerkkejä äänistä, joissa on hyvin runsaasti eri taajuuksia ja ääni on luonteeltaan kohinaa. Tällaiset taustäänet ovat hyvin yleisiä, eikä niitä yleensä koeta meluna, vaikka ne olisivat huumaavan voimakkaita.

Äänen voimakkuuden kuvaaminen

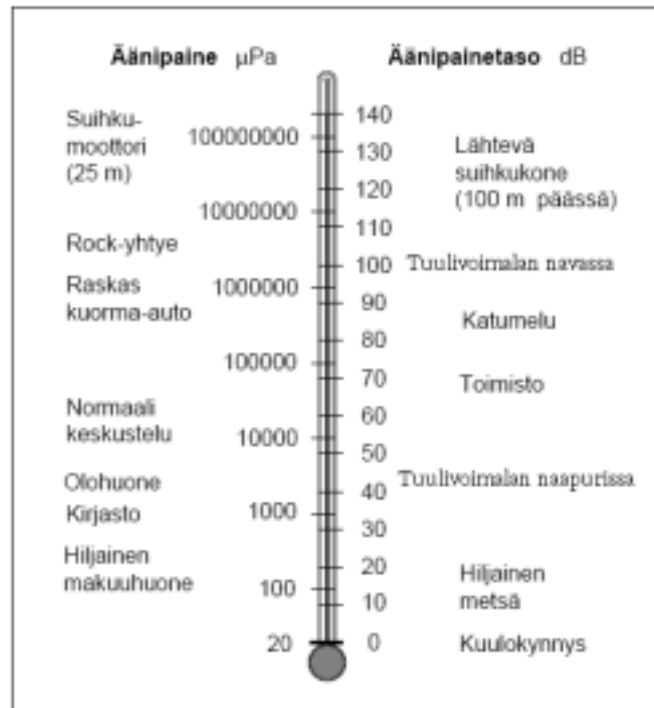
Edellä oli jo käytetty äänen voimakkuuden yksikköjä, painetta ja desibelejä, joiden lisäksi käytetään vielä äänen tehoa. Kun äänen teho kaksinkertaistuu, äänenpainetaso kasvaa 6 dB. Koska ihmiskorva toimii logaritmisesti, on teknisten lukuarvojen sijaan otettu käyttöön desibeliasteikko, joka vastaa ihmisen tuntemaa äänenvoimakkuutta. Koska eri taajuuksilla äänen havaintokynnys vaihtelee, käytetään erilaisia kalibrointiasteikkoja, joilla teknisesti mitatut lukuarvot sovitetaan ihmiskorvan tuntemalle asteikolle. Tästä asteikosta yleisimmin käytetty on juuri dB(A)-asteikko, jota käytetään myös tuulivoimaloiden käyntiäänestä puhuttaessa. Muita asteikkoja ovat dB(B) ja dB(C), joista käytetään myös nimitystä B- tai C-painotettu asteikko.

Äänen kuuluvuus

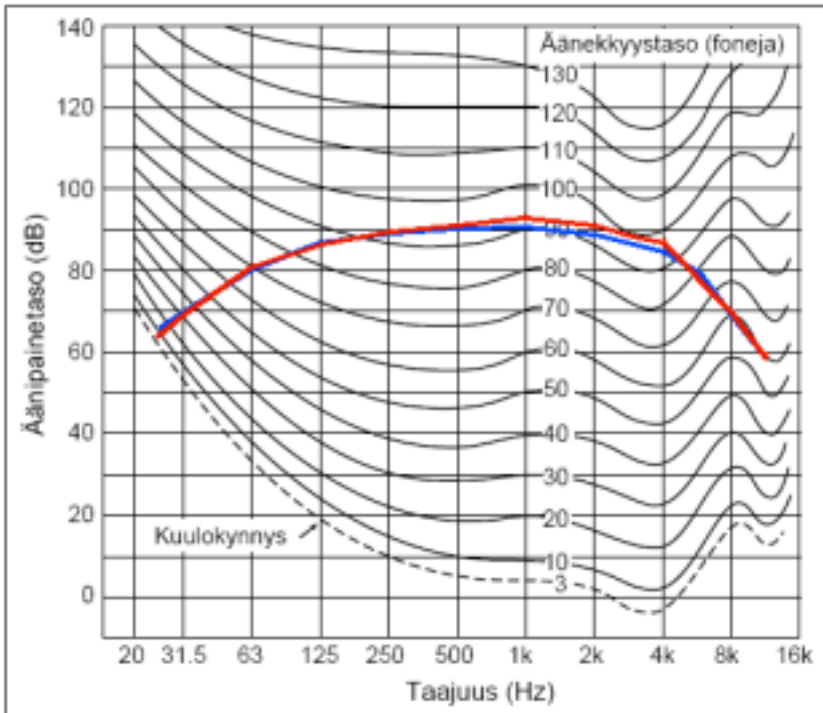
Tuulivoimalan tyyppihyväksymisvaiheessa voimalan tuottama melupäästö mitataan ja ilmoitetaan napakorkeudella vaikuttavana pistemäisen melulähteen äänitehotasona, josta käytetään useimmiten merkintää LWA. Tyypilliset napakorkeutta vastaavat arvot ovat A-äänitasolla ilmaistuna alueella 98 - 106 dB. Tuulivoimalan merkittävimpiä äänilähteitä ovat konehuone ja potkuri. Näiden yhteenlaskettu äänitehotaso kuvaa voimalaa melun lähteenä. Ääni lähtee voimalan napakorkeudelta ja etenee lähes pallomaisesti kaikkiin suuntiin. Samalla äänipaine laskee kääntäen verrannollisena etäisyyden neliöön ja vaimenee lisäksi ilman kitkan ja varsinkin turbulenssin vaikutuksesta. Mitä turbulenttisempaa ilma on, sitä voimakkaampaa on vaimennus. Vaimenemisen voimakkuuteen vaikuttaa lisäksi ilman kosteus. Ääni kantautuu parhaiten myötätuuleen ja heikoimmin vastatuuleen. Etenemissuunta on periaatteessa suoraan pois päin äänilähteestä, mutta ilman vertikaali tiheysjakauma vaikuttaa siten, että

maan pinnan ollessa kylmempi kuin ylempi ilmakerros, (inversion vallitessa) ääni kaartuu maata kohti ja mikäli maan pinta on lämpimämpi kuin ylempi ilmakerros, ääni kaartuu ylös päin ja tällöin voimalan ääntä ei kuulla ollenkaan etäisyyksillä, jonne se on normaalisti kantautunut. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa 10 % vaimennus on 1000 Hz:n äänelle 3 dB/100 m ja 2000 Hz:n äänelle 6 dB. Edellä mainituista syistä johtuen, äänipaine saattaa samassa kuuntelupisteessä vaihdella jopa 20 dB. Kuuntelijan kannalta tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi 250 m etäisyydellä, jossa normaalisti voimalan melutaso on esimerkiksi 45 dB, melutaso jää 25 dB:iin eli voimalan ääni ei erotu ollenkaan taustasta.

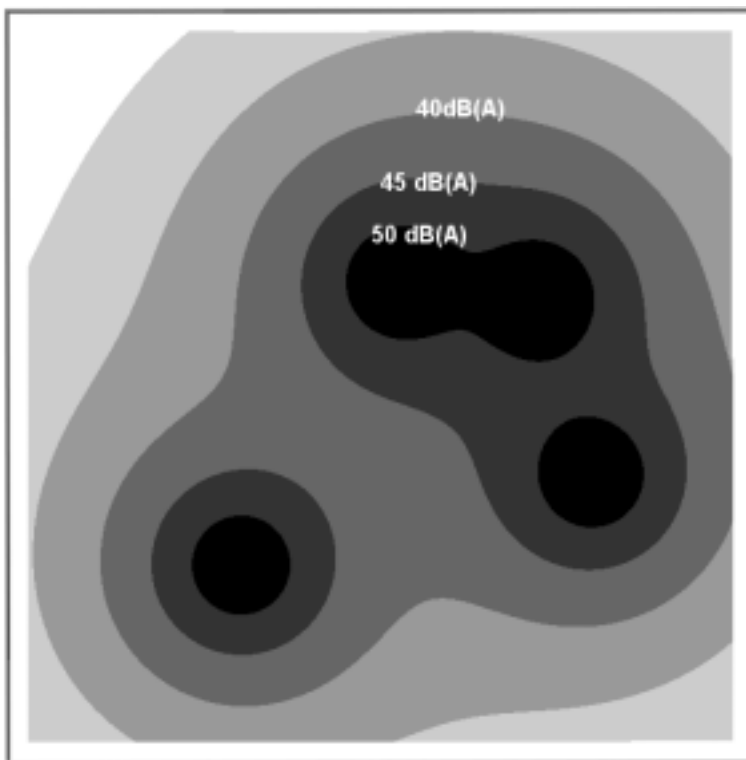
Kuulijalle eri äänet summautuvat ja saattaa olla hyvin vaikea erottaa eri äänilähteiden osuutta. Esimerkiksi tuulivoimalan äänen mittaaminen yli 200 m etäisyydellä voimalasta on hyvin vaikeaa, koska taustakohina saattaa olla tällä etäisyydellä samaa tasoa, kuin mitattavan tuulivoimalan ääni. Tuuli vaikuttaa herkästi myös itse mik-



Kuva 2 Erilisten toimintojen aiheuttama äänen voimakkuudet. Vasemmalla puolen on paineasteikko ja oikealla puolen desibeli-asteikko. Tuulivoimalan käyntiäänensä vastaa olohuoneen normaalia äänitasoa, kun voimala on sijoitettu riittävän etäälle naapurista.



Kuva 3 Vakioäänekkyysskäyrästä, johon on lisätty erään tuulivoimalan melupäästö napakorkeudella. Korva kuulee kullakin käyrällä äänen samalla voimakkuudella. Kuvasta havaitaan, että matalimmat taajuudet ovat hädintuskin kuultavia ja voimakkaimmin erottuvat 200 - 4000 Hz äänet.



Kuva 4 Neljän voimalan yhteinen melujakauma.

rofoniin, jollei sitä ole suojattu huolellisesti. Äänilähteestä lähtiessään äänellä on tietty teho tai intensiteetti, joka on teho/pinta-ala. Äänen edessä lähteestä vapaasti kaikkiin suuntiin, pinta-ala kasvaa kuten pallon pinta-ala, joten äänen intensiteetti laskee kääntäen verrannollisena etäisyyden neliöön. Lisäksi ilma vaimentaa ääntä noin 0,005 dB/m. Kuvassa 4. on esimerkki useamman voimalan muodostamasta melualueesta.

Tuulipuistossa useamman voimalan ääni summautuu tavalla, joka ei ole tavallista yhteenlaskua vaan kuulon logaritmisuus vaikuttaa lopputulokseen. Jos kaksi voimalaa, joiden melutaso napakorkeudella on 103 dB(A) sijaitsee 400 metrin etäisyydellä toisistaan, niin voimaloiden välissä eli 200 metrin etäisyydellä kummastakin molempien voimaloiden A-melutaso on erikseen 46 dB ja yhteenlaskettuna 49 dB, eli lisäämällä toinen saman kokoinen voimala, melutaso kasvaa 3 dB. Tässä tapauksessa tarvittaisiin 320 m etäisyyttä molemmista voimaloista, jotta päästäisiin 45 dB:n melutasoon.

Artikkelin toinen osa julkaistaan Tuulensilmän seuraavassa numerossa.

Lähteet: Klug, Helmut; Gabriel, Joachim; DEWI. Geräuschminderung bei Windenergieanlagen durch Modifikation der Blattspitze, der Blatthinterkante und des Anstellwinkels. DEWI Magazin Nr. 11, August 1997

Tapio Lahti: Mitä melu on? PSK Meluseminaari 28.4.2005

The Assessment and Rating of Noise from Wind Farms. ETSU R-97 Final Report.

Wei Jun Shu: Modelling of Noise from Wind Turbines. DTU, 2004.

Anthony L. Rogers & Al. Wind Turbines Noise Issue. University of Massachusetts at Amherst. 2004.

Karjalainen Matti. Hieman akustiikkaa. TKK. Helsinki. 2000.

Suomen tuulivoimaloiden kustannustehokkuus parantunut.

Parhaan tuulivoimalan keskiteho on 40 prosenttia huipputehosta.

Hannele Holttinen, VTT

VTT:n ylläpitämien tuulivoiman tuotantotilastojen perusteella viimeisen 12 kuukauden tuulivoimatuotanto on yltänyt uusiin huippulukemiin. Nopean teknologiatehityksen ansiosta uudet korkeat megawatin kokoluokan laitokset, jotka on sijoitettu hyviin rannikkopaikkoihin, tuottavat selvästi paremmin kuin 1990-luvulla pystytetyt voimalaitokset. Parantunut tuotanto lisää tuulivoiman kustannustehokkuutta ja pienentää tuulivoimala saavutettujen päästövähennysten kustannuksia.

Tuulivoimaloiden parantunut kustannustehokkuus johtuu useasta asiasta. Korkeammalla tuulee paremmin, joten tuulivoimaloiden koon kasvu 60 - 80 metriin nostaa ne parempiin tuulioihin. Tuulioilojen parempi tunteminen auttaa löytämään laitoksille parempia sijoituspaikkoja. Esimerkiksi lapojen ja voimansiirron paremmat tekniset ratkaisut lisäävät voimaloiden tehokkuutta.

Eniten sähköä tuottavan voimalaitoksen keskimääräinen teho viime vuoden aikana on ollut 42 % sen huipputehosta (Meri-Pori 2 MW laitos). Yhteensä 4 laitosta on tuottanut sähköä yli 35 prosentin keskiteholla Meri-Porissa ja Kristiinankaupungissa. Yli 30 prosentin keskitehoon pääsee jo yhteensä 18 laitosta eri puolilla rannikkoa ja Lapin tuntureilla. Suurin osa parhaista voimalaitoksista on uusia 1 - 2 megawatin kokoluokan laitoksia. Alle 1 megawatin laitoksista kolme parasta yltää 30 - 32 prosentin keskitehoon.

Huipunkäyttöaikana mitaten Meri-Porin 2 MW laitos on tuottanut 3655 tunnin huipunkäyttöajalla (huipunkäyttöaika on laskennallinen suure joka kertoo kuinka monta tuntia laitos olisi tuottanut jos olisi toiminut vain maksimiteholla. Tuulivoimalat toimivat suurimman osan aikaa osateholla, ja tuottavat sähköä 6000-8000 tuntia vuodessa riippuen sijoituspaikan tuulioiloista). Yli 3000 tunnin huipunkäyttöajalla on tuottanut yhteensä 5 laitosta Meri-Porissa, Kristiinankaupungissa ja Raahessa. Yli 2500 h huipunkäyttöaikaan pääsee jo yhteensä 28 laitosta Meri-Porissa, Kristiinankaupungissa, Raahessa, Kökarilla, Föglössä, Oulunsalossa, Kokkolassa, Hailuodolla, Kuivaniemellä, Siikajoella, Lammasoavilla, Eckerössä ja Närpiössä.

Tuulivoimalaitoksen tuotanto riippuu voimakkaasti paikan tuulisuudesta. Huonosti sijoitetut laitokset tuottavat alle 15 prosentin keskiteholla. Parhaat tuulivoimalat yltävät yli kaksinkertaiseen tuotantoon eli yli 30 prosentin keskitehoon. Kaikkien kuukausitilastointiin osallistuneiden laitosten keskiarvo viimeisen 12 kuukauden aikana oli 24 prosenttia huipputehosta (huipunkäyttöaika reilut 2100 h/a).

Tuulinen syksy selittää hyvistä tuotantoluvuista vain osan. Perämerellä ja Selkämerellä tuotanto on ollut 10-20 prosenttia korkeampaa viimeisten 12 kuukauden aikana kuin keskimäärin. Ilmatieteen laitoksen laskemien tuotantoindeksien mukaan Suomenlahti on ollut viimeisen 12 kuukauden aikana keskimääräisen tuulinen ja

Ahvenanmaa hieman keskimääräistä tynyempi.

Tuulivoimalla tuotettiin Suomessa sähköä lokakuun aikana yli 20 gigawattituntia (GWh) eli noin 0,3 prosenttia lokakuun sähkönkulutuksesta. Vuosituotanto on noussut yli 170 GWh:iin, mikä vastaa noin 10 000 sähkölämmitteisen omakotitalon kulutusta ja on reilut 0,2 prosenttia koko Suomen sähkönkulutuksesta. Suomen tuulivoimaloiden kokonaiskapasiteetti (yhteenlaskettu huipputeho) on 83 megawattia.

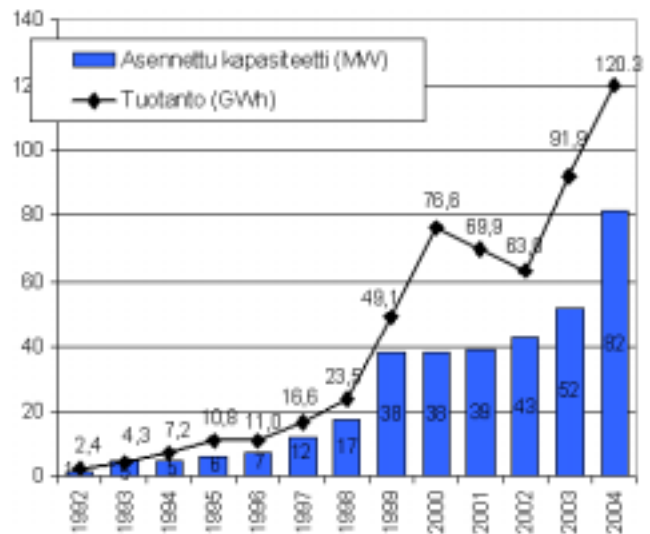
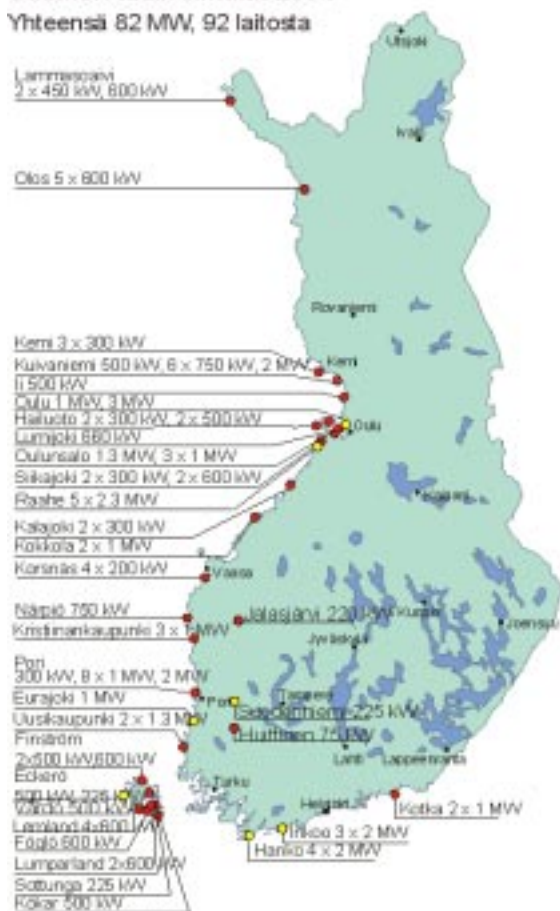
Lisätietoja:

Erikoisutkija TkT Hannele Holttinen, VTT

<http://www.vtt.fi/pro/pro2/tuulitilastot/tuulitilastot.htm>

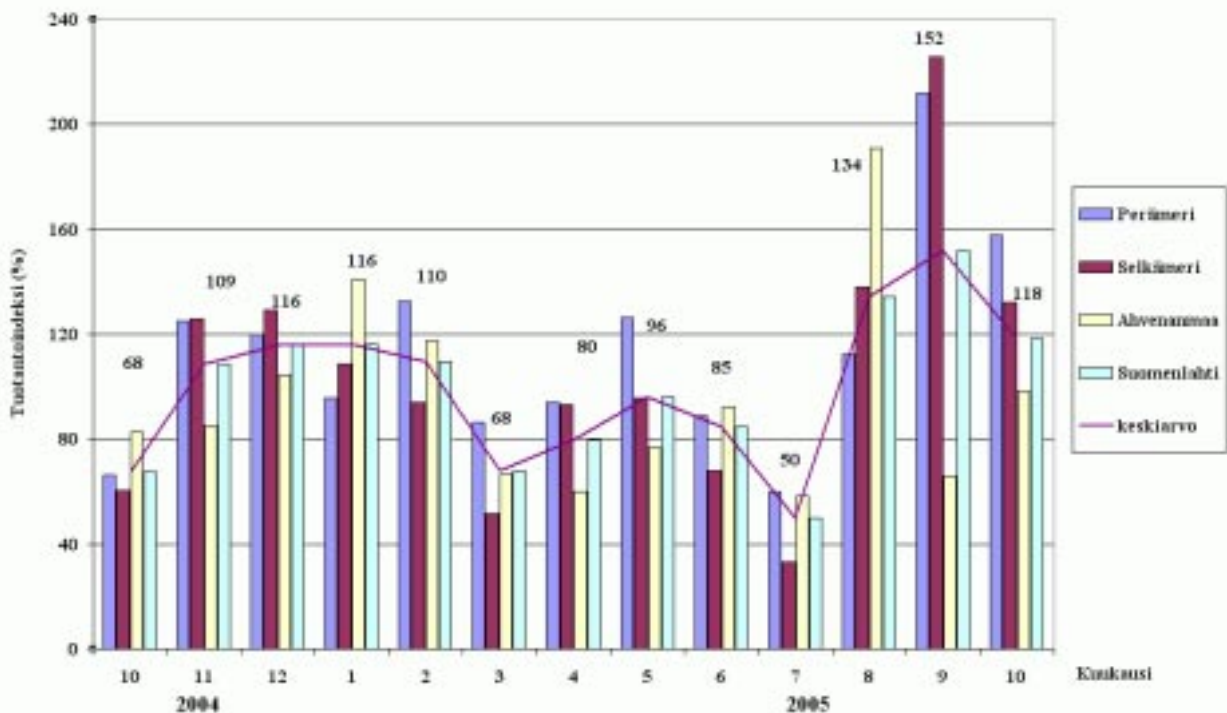
Suomen tuulivoimalat 2004

Yhteensä 82 MW, 92 laitosta



Suomen tuulivoimat tuotannon kehitys. Pylväät kertovat vuosituotannon (GWh/a), ja pisteet asennetun kapasiteetin (MW) vuoden lopussa.

Suomen verkkoon kytkettyjen tuulivoimaloiden sijainti.



Sääasemien tuulimittauksista 1500 kW:n voimalaitokselle lasketut tuulivoiman tuotantoindeksit 13 kuukauden ajanjaksolta vuosilta 2004-2005. 100 % on vuoden keskimääräinen tuotanto 15 vuoden ajalta ajanjaksolta 1987-2001. (IL Energia, Ilmatieteen laitos).

I Vuosineljännes vuonna 2005

Toimitanut: Timo Laakso ja Hannele Holttinen, VTT Energia

<http://www.vtt.fi/pro/pro2/tuulitilastot/tuulitilastot.htm>

Paikka	Välisäjsä	Teho kW	Rooetti m	Torni m	Aloitus kkv/v	Arvio MWh	Heinä MWh	Elo MWh	Syys MWh	MWh kWh/ks-2	Tuotanto IVOS h	CF	Häiriö-aika (h)	12 kk MWh	12 kk arvioita	
Korona 1	NOROTANK	200	24,6	32,5	1191	380	6,0	27,9	47,0	81,0	170,3	404,7	0,18	260	324,2	85 %
Korona 2	NOROTANK	200	24,6	32,5	1191	380	6,6	27,8	48,8	83,2	175,0	416,0	0,19	4	337,9	89 %
Korona 3	NOROTANK	200	24,6	32,5	1191	380	7,1	25,0	49,8	81,8	172,2	409,1	0,19	81	343,7	90 %
Korona 4	NOROTANK	200	24,6	32,5	1191	380	6,0	26,1	51,0	83,1	174,9	415,6	0,19	202	302,3	80 %
Jalasjärvi 1	WINOWORLD	220	25,0	31	703	100	2,1	2,9	15,5	20,5	41,7	83,1	0,04	700	110,2	110 %
Somunga 1	VESTAS	225	27,0	31,5	102	450	11,7	23,9	30,6	66,1	115,4	293,8	0,13	7	394,2	89 %
Eckerö 2	VESTAS	225	29,0	35	704	500	9,1	21,9	36,2	67,2	101,7	293,5	0,14	0	393,4	79 %
Hailuoto 1	NOROTANK	300	31,0	30,5	1093	725	19,4	43,0	110,2	172,8	228,6	575,1	0,26	0	707,2	98 %
Hailuoto 2	NOROTANK	300	31,0	30,5	1093	725	22,6	54,8	67,5	144,8	191,9	482,7	0,22	360	746,2	103 %
Kokajoki 1	NOROTANK	300	31,0	30,5	463	660	12,3	33,7	59,4	105,3	139,6	351,1	0,16	0	505,7	77 %
Kokajoki 2	NOROTANK	300	31,0	30,5	463	660	7,8	20,7	48,2	76,6	101,5	255,4	0,12	0	325,8	49 %
Kemi 1	NOROTANK	300	31,0	35	893	610	2,3	30,1	51,5	83,9	111,1	279,5	0,13	50	355,1	58 %
Kemi 2	NOROTANK	300	31,0	35	893	610	10,1	26,6	67,6	104,2	136,1	347,5	0,16	0	418,5	69 %
Kemi 3	NOROTANK	300	31,0	35	893	610	9,9	28,7	61,3	99,9	132,3	332,8	0,15	0	377,7	62 %
Pori	NOROTANK	300	31,0	30,5	993	700	12,0	44,9	106,1	162,9	215,8	543,0	0,25	0	719,5	103 %
Sittajoki 1	NOROTANK	300	31,0	30,5	463	650	22,2	37,0	74,9	134,0	177,6	448,7	0,20	0	576,9	89 %
Sittajoki 2	NOROTANK	300	31,0	30,5	463	670	15,8	41,6	81,9	139,3	184,6	464,4	0,21	230	599,0	89 %
Lammassaari 1	BONUS	450	37,0	35	1096	1100	9,5	37,9	100,8	149,2	137,8	329,3	0,15	129	690,9	63 %
Lammassaari 2	BONUS	450	37,0	35	1096	1100	0,0	46,9	82,8	129,8	120,7	289,3	0,13	893	531,8	48 %
Somunga 2	VESTAS	495	47,0	55	105	146,4	51,7	108,9	146,4	307,0	176,9	620,1	0,26	2	951,3	
Hailuoto 3	NOROTANK	500	37,3	36	495	1195	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	2208	770,4	64 %
Hailuoto 4	NOROTANK	500	37,3	36	695	1275	41,3	86,5	133,7	261,5	239,3	523,0	0,24	0	1130,0	89 %
Il	NOROTANK	500	37,3	39	197	1030	26,7	34,3	133,9	194,9	178,4	389,8	0,18	69	752,1	73 %
Kuhvanemi	NOROTANK	500	37,3	36	895	1060	30,5	70,2	96,0	196,7	180,0	393,4	0,18	80	854,3	81 %
Eckerö 1	VESTAS	500	39,0	40,5	895	1200	32,7	70,5	111,5	214,7	179,7	429,4	0,19	0	1215,9	101 %
Finström 1	ENERCON	500	40,3	55	1098	1100	33,4	73,4	100,0	206,8	162,1	413,6	0,19	8	1140,9	104 %
Finström 2	ENERCON	500	40,3	55	1098	1100	32,0	71,6	95,9	199,4	156,4	398,9	0,18	16	1132,2	103 %
Kökar	ENERCON	500	40,3	44	1097	1200	41,7	76,9	110,7	229,3	179,7	458,5	0,21	81	1408,2	117 %
Vårdö	ENERCON	500	40,3	55	999	1200	32,1	65,2	82,6	179,9	141,1	359,9	0,16	5	1024,9	85 %
Sittajoki 3	NOROTANK	600	43,0	49	0497	1350	42,9	79,8	203,4	326,0	224,5	543,4	0,25	0	1374,0	102 %
Sittajoki 4	NOROTANK	600	43,0	49	497	1350	42,4	91,4	208,8	342,3	235,7	570,5	0,26	0	1368,1	101 %
Lammassaari 3	BONUS	600	44,0	41	1198	1400	116,4	127,7	171,2	419,2	273,1	692,1	0,31	8	1476,0	105 %
Lemland 1	VESTAS	600	44,0	45	1197	1200	32,9	76,6	106,4	215,8	141,9	359,7	0,16	0	1202,9	100 %
Lemland 2	VESTAS	600	44,0	45	1197	1200	33,1	77,5	105,1	215,7	141,8	359,4	0,16	0	1209,5	101 %
Lemland 3	VESTAS	600	44,0	45	1197	1200	30,3	69,3	88,7	189,3	129,8	313,8	0,14	0	885,0	74 %
Lemland 4	VESTAS	600	44,0	50	1197	1200	28,4	67,9	91,4	187,7	123,5	312,8	0,14	0	1094,9	91 %
Olos 1	BONUS	600	44,0	41	1198	1400	83,7	113,5	167,5	364,6	239,8	607,7	0,28	8	973,5	70 %
Olos 2	BONUS	600	44,0	41	1198	1400	73,3	110,8	159,5	343,6	226,0	572,6	0,26	8	973,7	70 %
Olos 3	BONUS	600	44,0	40	999	1400	54,6	44,9	159,3	259,3	170,5	432,1	0,20	762	977,9	70 %
Olos 4	BONUS	600	44,0	40	999	1400	75,7	101,6	164,5	341,8	224,8	569,6	0,26	8	934,0	67 %
Olos 5	BONUS	600	44,0	40	999	1400	77,8	100,4	165,1	343,3	225,8	572,1	0,26	8	1039,2	74 %
Finström 3	ENERCON	600	45,0	65	1099	1300	37,2	84,5	115,9	237,5	149,4	395,9	0,18	5	1306,1	100 %
Föglö	ENERCON	600	45,0	65	0999	1600	48,6	101,0	153,2	302,8	190,4	504,6	0,23	4	1650,6	103 %
Lumparland 1	ENERCON	600	45,0	65	0903	1500	84,1	123,3	241,9	152,1	403,2	403,2	0,18	73	1384,4	92 %
Lumparland 2	ENERCON	600	45,0	65	0903	1500	37,7	79,6	113,5	230,8	145,1	384,7	0,17	23	1320,6	88 %
Lumijoki 1	VESTAS	660	47,0	50	0399	1800	64,7	120,4	176,0	361,0	208,1	547,0	0,25	1408,0	78 %	
Kuhvanemi 2	NEGMICCON	750	44,0	50	1098	1500	49,6	114,1	204,8	368,5	242,4	491,3	0,22	8	1508,4	101 %

Kuivaniemi 3	750	44.0	50	1066	1500	40.0	57.7	106.9	207.6	136.5	276.8	0.13	1329.0	89 %	
Kuivaniemi 4	750	44.0	50	1066	1500	49.4	105.5	203.3	358.1	235.5	477.5	0.22	1433.5	96 %	
Kuivaniemi 5	750	48.0	50	1169	1500	57.1	134.2	229.2	420.4	232.3	560.6	0.25	1566.5	104 %	
Kuivaniemi 6	750	48.0	50	1169	1500	60.8	131.6	250.7	443.3	245.0	591.1	0.27	1743.6	116 %	
Kuivaniemi 7	750	48.0	50	1169	1500	58.8	124.8	223.1	406.7	224.8	542.2	0.25	1643.0	110 %	
Näppä 1	750	48.0	45	0909	1600	41.1	144.9	231.9	417.8	230.9	557.1	0.25	1743.5	109 %	
Kotka 1	1000	54.0	60	0999	2000	78.6	214.6	166.5	459.6	200.3	458.6	0.21	6	1666.0	83 %
Kotka 2	1000	54.0	60	0999	2000	83.1	216.3	193.4	482.8	215.2	492.8	0.22	9	1668.2	83 %
Meri-Port 1	1000	54.0	60	0999	2340	57.9	140.4	217.7	415.9	181.8	415.9	0.19	289	1703.3	73 %
Meri-Port 2	1000	54.0	60	0999	2340	58.5	187.0	217.7	463.2	202.3	463.2	0.21	0	2167.8	93 %
Meri-Port 3	1000	54.0	60	0999	2330	58.4	183.7	217.7	459.8	200.8	459.8	0.21	0	2114.2	91 %
Meri-Port 4	1000	54.0	60	0999	2320	55.0	181.5	217.7	454.1	190.3	454.1	0.21	335	2121.9	91 %
Meri-Port 5	1000	54.0	60	0999	2450	41.6	155.5	262.2	459.3	200.5	459.3	0.21	148	2161.3	88 %
Meri-Port 6	1000	54.0	50	0999	2670	81.8	207.2	262.2	551.2	240.7	551.2	0.25	0	2837.3	106 %
Meri-Port 7	1000	54.0	50	0999	2600	76.4	108.6	262.2	447.1	195.2	447.1	0.20	760	2532.8	97 %
Meri-Port 8	1000	54.0	50	0999	2590	88.2	202.2	262.2	552.6	241.3	552.6	0.25	139	2664.8	111 %
Eurajoki 1	1000	56.0	60	1004	2400	69.1	156.1	232.7	457.9	185.9	457.9	0.21	-	1641.7	77 %
Kokkola 1	1000	56.0	70	0903	2100	55.3	153.8	204.8	418.7	170.0	418.7	0.19	-	2354.5	112 %
Kokkola 2	1000	56.0	70	0903	2100	74.7	186.7	300.5	501.9	228.1	501.9	0.25	-	2503.1	119 %
Kristinmäkkaupunki 1	1000	56.0	70	1203	2200	96.4	242.3	432.0	770.6	312.9	770.6	0.35	-	3203.4	146 %
Kristinmäkkaupunki 2	1000	56.0	70	1203	2200	85.7	159.8	420.7	666.1	270.5	666.1	0.30	-	2866.9	130 %
Kristinmäkkaupunki 3	1000	56.0	70	1203	2200	92.4	246.0	371.7	709.1	287.9	709.1	0.32	-	3019.5	137 %
Oulunsalo 2	1000	56.0	70	0903	2200	113.5	181.9	324.2	619.5	251.5	619.5	0.28	-	2688.1	122 %
Oulunsalo 3	1000	56.0	70	0903	2200	116.6	184.6	334.1	645.4	262.0	645.4	0.29	-	2684.8	122 %
Oulunsalo 4	1000	56.0	70	0903	2200	112.6	189.2	334.4	536.2	217.7	536.2	0.24	-	2622.2	119 %
Oulu 1	1000	60.0	56	0901	1900	100.1	191.8	212.7	504.5	176.5	504.5	0.23	-	2264.3	119 %
Oulunsalo 1	1300	60.0	65	36397	3000	123.0	74.7	294.9	492.5	174.2	378.9	0.17	384	2422.9	81 %
Uuskaupunki 1	1300	60.0	69	1099	2340	26.1	134.5	131.7	292.3	103.4	234.9	0.10	400	619.7	26 %
Uuskaupunki 2	1300	60.0	69	1099	2340	40.7	100.8	139.4	280.9	96.4	216.1	0.10	1483.0	63 %	
Hanko 1	2000	70.0	65	0904	3500	82.9	209.9	224.9	517.7	134.5	258.8	0.12	12	2497.9	71 %
Hanko 2	2000	70.0	65	0904	3500	73.4	193.1	201.7	468.2	121.7	234.1	0.11	12	2280.6	65 %
Hanko 3	2000	70.0	65	0904	3500	75.0	187.5	196.5	457.9	119.0	229.0	0.10	9	2240.3	64 %
Hanko 4	2000	70.0	65	0904	3500	78.8	182.6	189.5	470.8	122.3	235.4	0.11	9	2278.5	65 %
Inkee 1	2000	70.0	65	0904	3500	78.7	214.2	193.5	488.3	126.4	243.1	0.11	21	2266.1	65 %
Inkee 2	2000	70.0	65	0904	3500	82.5	219.2	197.1	468.8	129.6	249.4	0.11	41	2288.3	65 %
Inkee 3	2000	70.0	65	0904	3500	97.6	259.1	235.1	591.8	153.9	295.9	0.13	58	2596.6	74 %
Meri-Port 9	2000	76.0	80	0702	6000	218.2	499.4	791.9	1509.6	332.8	754.8	0.34	16	6980.4	116 %
Kuivaniemi 8	2000	80.0	78	1202	4500	49.9	138.4	689.6	877.9	174.7	438.9	0.20	-	4882.5	108 %
Raah 1	2300	82.4	80	0604	5200	184.6	401.6	810.1	1396.2	261.6	607.0	0.27	7	5817.5	112 %
Raah 2	2300	82.4	80	0604	5200	191.5	417.0	820.6	1429.1	268.0	621.3	0.28	0	6117.7	118 %
Raah 3	2300	82.4	80	0604	5200	181.0	428.9	760.3	1370.1	256.9	595.7	0.27	83	6152.7	118 %
Raah 4	2300	82.4	80	0604	5200	202.9	436.0	894.6	1533.5	287.6	666.7	0.30	0	6599.0	127 %
Raah 5	2300	82.4	80	0604	5200	173.1	374.5	769.6	1317.2	247.0	572.7	0.26	48	5892.1	113 %
Yhteensä	79275					5340	11786	19023	36150				162211.9		
Keskiarvo	601								186		446	0			
Min	200								0		0	0.00			
Max	2300								1533.5		770.6	0.4		6980.4	

CF Kapasiteetikerroin, tuotanto jaettu nimellisteholla ja ajanjakson tuntiäärillä (kWh/kW, h)

Häiriöaika Aika, jolloin laitos ei ole ollut normaalitoiminnassa huollon, vikautumisen tai häiriön takia.

12 kk Liukuva 12 kk tuotanto (MWh)

arvioitu Tuotanto suhteessa arvioitua keskimääräiseen vuosituotantoon (%)

Nimellisteho (kW)

Roottorin halkaisija D (m)

Napakorkeus (m)

Tuotannon aloittamisajankohhta (kaukausti/vuosi)

Arvioitu keskimääräinen vuosituotanto (MWh/vuosi)

Tuotanto jaettu roottorin pyyhkäisynta-alalla

Huipunkäyttöaika, tuotanto jaettu nimellisteholla (kWh/kW)

Tuulivoimakatsaus maailmalta

IEA WIND Executive Committee kokousraportti

Hannele Holttinen, VTT

Kansainvälisen energiajärjestön INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) tuulivoimasopimuksen "IMPLEMENTING AGREEMENT FOR CO-OPERATION IN THE RESEARCH, DEVELOPMENT, AND DEPLOYMENT OF WIND ENERGY SYSTEMS" johtoryhmä piti kokouksen Sveitsissä syyskuun lopulla. Merkittävimpinä asioina nousi esiin offshore-suunnitelmat Englannissa, USA:n ja Espanjan suuret markkinat 2005 ja siitä eteenpäin, Kanadan suuret hankkeet sekä Venäjän tuulivoimarakentamisen käynnistyminen.

Maakohtaiset raportit

Saksassa 17132 MW (kesä), arvioitu uutta kapasiteettia tulevan 1500-1700 MW v. 2005. Tämä on vähemmän kuin v. 2004, paikat maalla alkavat loppua ja merirakentaminen ei ole vielä alkanut. (2004: 16628 MW, uusiutuvat 9.3 % sähkönkulutuksesta). Uudet feed-in tariffit: maalla 1-5. vuonna 8.7 c/kWh ja 6-20. vuonna 5.5 c/kWh. Merellä 1-12. vuonna 9.1 c/kWh ja 13.-20. vuonna 6.19 c/kWh, 2010 jälkeen asennetuille 20 vuoden ajan 5.71 c/kWh. 61600 työpaikkaa tuulivoimasektorilla, 12 valmistajaa, 400 yritystä. Kansallinen (federal) tuulienergia-tutkimusohjelma tehty, rahoitus kasvaa 30 % vuonna 2005. Merituulihankkeita käynnissä 10 kpl, ensimmäinen rakennetaan vasta 2008/2009. Tulossa "Offshore Test Field": infrastruktuuriyritys tekee perustukset ja verkon v. 2007, testataan 5 MW koko-

luokan turbiineja, 12 turbiinia yht 60 MW.

Espanjassa 9200 MW elokuun lopussa (2004: 8200 MW, 6 % sähkönkulutuksesta). Uusi tavoite 20 000 MW vuonna 2011 (vanha tavoite oli 13000 MW), 45.5 TWh/a, 13.5 % sähkönkulutuksesta. Myös offshorea suunniteltu 1000 MW (ongelmat: hinta ja hyväksyttävyyden turistialueilla). Hyvät tuuliolosuhteet, keskimääräinen käyttökerroin 0.26 %. Espanjassa ollut vakaa tukipolitiikka tuulivoimalle: verkkoonpääsy taattu ja tuotantotuki 6-8 c/kWh. Teollisuus: yli 400 yritystä alalla, useita valmistajia, Gamesa isoin, lisäksi mm Ecotecnia, Ingetur ja Desa, myös pieniä laitoksia meriveden suolanpoistoon. 7000 suoraa ja 20 000 välillistä työpaikkaa vuonna 2003. Espanjalaisilla valmistajilla on yli 70 % kotimarkkinoista (Vestas 11 %).

USA:ssa arviolta 9240 MW vuoden lopussa eli 2500 MW lisäys (2004: 6740 MW, < 1 % sähkönkulutuksesta). Tukimuotona PTC production tax credit, jatkettu 2007 loppuun, 19 \$/MWh 10 vuodeksi. Lisäksi 21 osavaltiossa RPS (vaaditaan kasvava prosentti uusiutuvia sähkönmyyjiltä), 15 osavaltiossa rahoitusta (Renewable Energy Funds) ja net metering pienille uusiutuvien laitoksille. MMS (minerals management authority) on pistetty helpottamaan offshore luvutusta (pois Army Corp of Engineeriltä). Offshorehankkeet Cape Wind (468 MW, 2008) ja Long Island (140 MW, 2008)

rakennuslupavaiheessa. AWEA yhdessä 23 muun tahon kanssa on tehnyt kampanjan "Wind Energy Works". Teollisuus: GE installoinut 3300 MW 1.5 MW turbiinia; Clipper Windpowerilla pilot 2.5 MW ja avaamassa tehdasta Iowaan. Northern Power Systems toimittaa laitoksia erityisesti kylmiin olosuhteisiin (Alaska). Aerisyn tornivalmistaja. Gamesa avaamassa lapatehtaan Pennsylvaniassa, LM:n lapatehdas Dakotassa valmistaa GE:lle, Knight&Cavers yhteistyössä Eurosin kanssa, valmistaa laipoja Kaliforniassa.

Tanskassa 3133 MW. Tänä vuonna 4 TWh tuotettu jo kesään mennessä. Tammikuussa ennätystuotanto, 32 % sähkönkulutuksesta (41 % Jyllannissa). (2004: 3124 MW, 418 MW offshore, 5404 turbiinia, 6,5 TWh, 18,5 % sähkönkulutuksesta). Offshore tuulipuistojen tarjouskilpailujen tilanne: Horns Rev II E2 voitti tarjoushinnalla 7 c/kWh (saa hinnan 50 000 huipunkäyttäjältä); Rödsand II 4 osapuolta kvalifioitu. Uusi energiastrategia, jossa v. 2025, 36 % sähköstä uusiutuvilla, lähinnä tuulivoimalla. Energiasektorimuutoksia: yksi järjestelmäoperaattori Energinet.dk (Eltra + Elkraft System), myös jakeluyhtiöissä yhdistymisiä. Tuotantoyhtiöt Elsam, E2 kaasuyhtiö DONGille (ei vielä uutta nimeä), paitsi 35 % Vattenfallille.

Italiassa 1600 MW, tulossa vielä noin 150 MW tänä vuonna (2004: 1265 MW, 0.6 % sähkönkulutuksesta). Ta-

voitteena 2500 MW, 5 TWh/a vuonna 2010. Tukimuotona vihreät sertifikaatit, joista saa jopa 97 €/MWh. Tuulivoimarakentamisen pullonkauloina on verkkoonliittämisen pitkä kesto ja luvituksen ongelmana paikallista vastustusta. Sisiliassa ja Apuliassa on astunut voimaan viranomaiskielto lisä-tuulivoimalle 2004/2005 kunnes lisäselvityksiä. Tulossa siirtoverkon vahvistus.

Hollannissa 1179 MW, tasainen 200 MW/vuosi rakentaminen jatkuu (2004: 1072 MW – 1,7 % sähkönkulutuksesta). Merituulivoimarakentamista suunnitellaan: ”North Sea offshore wind initiatives” sai hakemuksia 57 kpl (kun ottaa huomioon päällekkäisyydet yht 1000 km²; 8-10 GW, yli 20 % sähkönkulutuksesta), yli 20 projektia tulossa, verkkoon saa 3 GW (www.windoffshore.nl). Feed-in tariffi vedettiin pois, offshore tuotantotuki laitettu valtion budjettiin. Near shore 103 MW merituulipuisto rakenteilla, valmistuu 2006 lokakuussa (Shell/NUON). Tavoitteena 700 MW merituulivoimaa vuonna 2010. Testiturbiinien testisaitille 2 x 5 MW ei tullut hyväksyttävää hakemusta. Tuuliresurssiarvio valmistunut, tehty 200 x 200 m tarkkuudella, 80/100/120 m korkeudella, tarkka pinnan rosoisuus. Teollisuus: Harakosan ottanut Zephyroksen selvitystilasta. GE 2.3 MW turbiini pystytetty ECN testisaitille.

UK: 1000 MW raja meni rikki kesäkuussa. Odotetaan että uutta kapasiteettia yhteensä 600 MW tänä vuonna, yht 800 MW rakenteilla (mm 2 x 90 MW merituulipuistot). Noin 8 GW projekteja jossakin vaiheessa rakennuslupaprosessia. (2004: 904 MW, 123 MW offshore, 0.3 % sähkönkulutuksesta.) Tavoitteena 10 % sähköstä uusiutuvilla vuonna 2010, tuulivoima suurin uusiutuva lähde. Tukimuotona sertifikaatit (ROCs). Merirakentamisen ensimmäinen vaihe toi 18 projektia, joista 2 rakennettu ja 2 rakenteilla. Tahti on hitaampi kuin oletettu, riskit ja teräshinta suurimmat syyt. Merirakentamisen toisessa vaiheessa hyväksyttiin 15 merituulipuistoa, yhteensä 5400-7200 MW. Näistä 7 on rakennus-

lupaprosessissa. Brittein saarista tulossa maailman johtava offshore tuulivoimamaa. Tuulivoimarakentamisen esteitä on luvitus, tutkien vaatimat varoetäisyydet ja sähköverkon riittävyys erityisesti Skotlannissa. Siirtoverkon vahvistus on tulossa mahdollistamaan 1000 MW lisää. Ministeriö DTI on julkaissut ”community benefits” materiaalia ja merituulivoiman ympäristövaikutustutkimuksia ja kalastajien/laivaliikennöitsijöiden tapauksia on tehty. Ministeriön uusiutuvien kampanja ”It’s only natural” käynnissä, informaatiokierros Englannin osalta tehty, Skotlannissa aloitettu (<http://www.dti.gov.uk/renewables/>). Syvän veden merituulivoiman demonstraatiosta Beatrice (2 x 5 MW RE turbiinia, öljynporauslautta, osa EU projektia DOWNVIND) löytyy tietoa linkistä <http://www.talisman-energy.com/>

Japanissa 942 MW (2004: 936 MW, 933 turbiina, 0.1 % sähkönkulutuksesta). Tavoite 3000 MW vuonna 2010. Tukimuotona investointiavustukset, RPS ja tuki tuulimittauksiin.

Portugalissa 900 MW syyskuun lopussa, arvio 500 MW uutta vuonna 2005. (2004: 562 MW, ~2 % sähkönkulutuksesta). Tavoitteena 3750 MW vuonna 2010 (39 % sähköstä uusiutuvilla v. 2010: 12 TWh vesivoimaa, 9 TWh tuulivoimaa). Feed-in tariffi 78-85 €/MWh. Kaupallisen tuulivoimapotentialin on arvioitu olevan noin 6000 MW. Teollisuus: Enercon tehdas rakenteilla. 3 torninvalmistajaa, näistä Martifer on ostanut merkittävän osan REPowerista

Kanadassa 591 MW (2004: 444 MW, ~0.1 % sähkönkulutuksesta). Tukimuotona WPPI, 1 c/kWh, lisäksi investoinnin poistohyöty. Net metering 50...250 kW laitoksille muutamassa provinssissa. Hydro Quebec valinnut 1000 MW tarjouskilvan voittajat, kaksi projektikehittäjää jakaa 990 MW, GE toimittaa turbiinit, hankkeet rakennetaan 2006-2012. Seuraava 2000 MW tarjous tulossa. Atlantic Orient Test site uusitaan v. 2006, mm tuuli-diesel testausta. Teollisuus: useita valmistajia 10...60 kW laitoksille (Vergnet,

Wenvor, Atlantic Orient..). Uusi Frontier tuuli-dieselvalmistaja. Komponenttivalmistusta (lavat, tornit, säätöjärjestelmät, pienten voimaloiden osia)

Kreikassa arviolta 520 MW vuoden lopussa (2004: 468 MW). Regulaattori RAE hyväksynyt 4330 MW edestä tuuliprojektihakemuksia. Tavoitteena 2000 MW vuonna 2010. Fixed price 10 vuodeksi (yksityisille investoreille) noin 66 €/MWh mantereella ja 82 €/MWh saarilla. Lisäksi investointiavustuksia riippuen missä päin Kreikkaa rakennetaan, myös verkkovahvistuksiin. Pullonkaulat: siirtoverkkoa pitäisi lisätä, paikallista vastustusta, byrokraatia. Saarilla suurin potentiaali mutta autonomiset sähköjärjestelmät joihin ei voi rakentaa paljon.

Ruotsissa 462 MW elokuun lopussa. (2004: 445 MW, 22 MW offshore, 719 turbiinia, 0.8 TWh, 0.5 % sähkönkulutuksesta.) Suunnitteilla 3.5 TWh vuosituotannon edestä tuulivoimahankkeita. Tehty ”kansallinen tuulivoimaintressi” kartoitus, löytynyt 49 aluetta 13 maakunnan alueelta: alueet joilla tuuliolosuhteet > 3800 W/m² 80 m korkeudella, joihin mahtuu yli 10 MW eikä rakennuksia 400 m säteellä (poislukien kansallispuistot, rakentamaton vuoristo, offshore yli 40 m syvyydessä). Tukimuotona vihreät sertifikaatit, tuulivoimalle väliaikainen lisäbonus. Vuonna 2004 tuulivoimatuotannosta on saanut 0.62 SEK/kWh (sähköstä 28 öre/kWh, bonus 10 öre/kWh). Sertifikaattijärjestelmää ollaan parantamassa, tarvetta pidempään kuin 2010, yhteinen markkina Norjan kanssa 2007, lakiehdotus tulossa keväällä 2006. Investointituki markkinastimulointiin meri ja tunturialueille: 2004 myönnettiin kolmelle offshore hankkeelle. Toinen samanlainen 350 MSEK tulossa 2008-2012. Vattenfallilla kolme offshore-projektia: Lillgrund, Karlskrona ja Krieger’s Flak (2,1 TWh/a, 2008)

Irlannissa 411 MW. 2005 lopussa odotetaan 562 MW, sen lisäksi myönnetty 333 MW verkkoonliittämislupia (2004: 260 MW, 2.5 % sähkönkulutuksesta, 25 MW offshore). Tukimuoto-

na kilpailutettu AER, yhteensä hyväksytty 800 MW mutta vain osa rakennettu. Tulossa feed-in tariffi. Irlannin saarisähköjärjestelmälle on arvioitu yläraja tuulivoiman verkkoonliittännälle 1140 MW vuonna 2010 ilman huomattavaa lisäinvestointia.

Norjassa 274 MW (kesä). (2004: 160 MW, < 0.5 % sähkönkulutuksesta). Yhteensä noin 20 TWh/a eli 6500 MW tuulivoimahankkeita notifioidu, sisältää 1400 MW merituulivoimaa. Tavoite 3 TWh/a 2010 (1000 MW). Tukimuotona tulossa vihreät sertifikaatit, tämä on lykätty vuoteen 2007, jotta saataisiin yhteinen markkina Ruotsin kanssa. Investointituki väliaikaisena tukimuotona. Teollisuus: ScanWind 3 MW vaihteeton ja vaihteellinen versio, pilottien testaus mennyt hyvin.

Suomessa 83 MW (2004: 82 MW, 120 GWh, 0.1 % sähkönkulutuksesta). Tuulivoimahankkeita noin 100 MW edestä, suurin osa vuoden 2006 jälkeen. Tukimuotona investointituki, lisäksi veronpalautus 0.7 c/kWh. Maakuntakaavoihin lisätty tuulivoima-alueita, suurin osa merelle: Perämerelle noin 4000 MW ja Länsi-Uusimaalle noin 500 MW. Maakuntakaavaluonnoksissa Selkämerelle noin 3000 MW, Itä-Uusimaalle 100 MW ja Pohjois-Lapin tunturialueille 150 MW.

Teollisuus: laitosvalmistaja WinWind, lisensivalmistus Zephyros (Hafmex), komponenttiteollisuutta (generaattorit, vaihteistot, lapa- ja tornimateriaalit). Rotatek generaattori/Verteco taajuusmuuttaja norjalaiseen ScanWind 3 MW turbiiniin.

Etelä-Koreassa 71 MW. Tavoite 1.4 % sähköstä tuulivoimalla 2011. Suunnitteilla yht 1660 MW. Tukimuotona feed-in tariffi 10 c/kWh, todennäköisesti vaihtumassa. Offshore suunnitelmia etelärannikolle, ei konkreettisia projekteja. Laitossuunnitteluprojekteja Hyosung 750kW (Field Test) ja 2 MW, Unison 750kW vaihteeton (Field Test) ja 2 MW multibrid, Cowintec 1 MW Dual-rotor, Hanjin 1.5MW. Offshore (3.0MW) Concept Design Seoul National University. Lisäksi tuulikartoitusprojekti.

Venäjällä noin 12 MW 2004 lopussa (1950 luvulla 100 MW). Sähkötoimialaa on uudelleenorganisoidu, RAO UES joka oli toiminnassa 1995-2003 jakautunut, federal hydro vastaa kaikista uusiutuvista ja on kiinnostunut toteuttamaan tuulivoimahankkeita. Käynnissä olevia hankkeita Kalinin-grad 50 MW offshore (tanskalaisten projekti) and Pietarin 75 MW onshore (USAn projekti). Loppuvuodesta on menossa lakiehdotus duumaan, jossa tuulivoimakustannukset saa laittaa sähkön myyntitariffeihin. Myös vihreää sertifikaattisysteemiä ehdotettu. Venäjällä on suuri markkina tuulidieseille.

Sveitsissä 11 MW (2004: 9 MW, 12 GWh, 0.01 % sähkönkulutuksesta). Tavoitteena 80 MW, 100 GWh vuonna 2010 ja 600 GWh v. 2025. Feed-in tariffi yksityisille investoijille 10 c/kWh. T&K ohjelma tuulivoimalle 420 000 c/a sisältää myös projektointin apua/esiselvityksiä. Tutkimuskohteina tuulivoima kylmissä ilmastoissa sekä tuuliolosuhteet. Tuulivoimakar-toituksessa löytyi 100 potentiaalista aluetta. Ongelmina maisemansuojeluyhdistysten vastustus sekä jäätävien olosuhteiden tuomat tuotantotappiot. Teollisuus: komponenttiteollisuutta (Maag Gear, rotot hub vonRoll), "light-wind" turbiini Aventa 6,3 kW.

Meksikossa 83 MW la Ventosa projekti on viimein toteutumassa, Gamesa rakentaa 98 x 850 kW. Tämä on yksi neljästä tuulipuistosta suunnitteilla vuoteen 2010, yht. noin 400 MW

IEA kuulumisia

Uusia raportteja liittyen tuulivoimaan ja uusiutuviin on ilmestynyt: Offshore wind. Natural cycles and intermittency. RE statistics. Renewable energy r&d: Study on priorities. Raportit saatavilla internetin kautta www.iea.org. Uusi sopimus uusiutuvista on alkamassa: Renewable Energy Technology Deployment Implementing Agreement (RETD). Tällä hetkellä mukana 8 maata (Kanada, Tanska, Saksa, Ranska, Irlanti, Italia, Hollanti ja Norja). Maailmanlaajuinen hakukone/tietokanta jossa uusiutuvien

tukipolitiikka eri maissa avattu <http://www.iea.org/textbase/pamsdb/grindex.aspx>.

EU kuulumisia

5. puiteohjelman Tuulivoimaesite julkaistu elokuussa, saatavilla internetissä. 6. puiteohjelman uusia tuulivoimahankkeita ovat UPWIND (suuri IP hanke 5 vuotta) ja POWWOW (Prediction of Waves, Wakes and Offshore wind, Concerted Action hanke 3 vuotta). Haku auki demonstraatioprojekteille joulukuulle asti. Technology Platform Smart Networks alkanut, Wind Energy Platformia ollaan suunnittelemassa.

Kansainvälinen tutkimusyhteistyö

Annex 9 Basic information exchange: Järjestää ekspertiseminaareja. Syksyllä ohjelmassa ollut "Obstacle marking of Wind turbines", "Emerging Wind Applications for Clean Water" ja "Methods of estimating cost of energy of wind power". Ensi vuodelle ehdotettu Forecasting (USA), Operation & Maintenance (Spain) sekä Remote wind sensing.

Annex 19 Wind Energy in Cold Climates: Juuri alkaneella toisella jaksolla jo kaksi osallistujamaata enemmän kuin ensimmäisellä jaksolla: Koordinaattorimaa Suomen lisäksi Norja, Kanada, USA, Sveitsi, Saksa ja Italia + mahdollisesti vielä liittyviä maita Ruotsi, Tanska ja Japani. Sisältönä Sveitsissä testituulivoimaloita; Suomessa mittauksia useassa paikassa sekä jääkuormien laskentaa; Saksassa kerätään tuhansista tuulivoimaloista käyttökokemuksia ja myös jäätymistilanteita raportoidaan; Norjassa paljon projekteja jäätymisaltiltiilla paikoilla; Kanadassa ja ehkä Japanissa jäätymiskokeita tuulitunneleissa.

Annex 20 Aerodynamics and Models from Wind Tunnel Measurements. Suomi ei osallistu tähän yhteistyöhön. Sisältää tutkimustyötä joissa eri malleilla yritetään ymmärtää virtausfysiikkaa ja aerodynamiikkaa ja parantaa mallien tarkkuutta ja luotettavuutta

Annex 21 Dynamic models of wind farms for power system studies: Kerätty mittaustietokanta, jonka esimerkkitapauksia käytetään sähköverkkomallien benchmark testiin: dynaaminen toiminta normaalitilanteessa sekä jännitekuoppaan/verkkovikaan reagointi.

Annex 23 Offshore Wind Energy Technology Deployment. Pidetty seminaareja aiheena Deep water, Electrical system integration, Offshore code comparison ja Ecological Issues and Regulation (12.12.2005 Tanskassa).

Annex 24 Integration of Wind and Hydropower Systems aloittanut v. 2005, osallistuvien maiden case studieja tuuli- ja vesivoiman yhteisajosta erilaisissa vesivoimavaltaisissa sähköjärjestelmissä ollaan aloittamassa.

Annex 25 Design and Operation of power systems with large amounts of wind power. Uusi tutkimusyhteistyö joka hyväksyttiin syksyn 2005 kokouksessa, alkamassa v. 2006. Koordinaattorina VTT.

Mikä on sähkön tuotannon siirtomaksujen nykytila?

**TkT Eero Vartiainen ja TkT Juha Vanhanen
Gaia Group Oy**

Gaia Group Oy selvitti kesän 2006 aikana Energiamarkkinaviraston toimeksiannosta sähkön tuotantolaitosten tuotannon siirtomaksujen nykytilan. Sähkön tuotannon siirtomaksujen tasoa ja rakennetta selvitettiin verknohallijoille lähetetyllä kyselykirjeellä, johon vastasivat kaikki Suomen 104 jakelu- ja alueverkonhaltijaa. Verkko-yhtiöistä 48 ilmoitti tuotannon siirtotariffinsa. Lisäksi 24 verkkoyhtiötä ilmoitti, että heillä ei ole tuotannon siirtotariffia, vaikka heidän verkkoonsa on liittynyt tuotantoa. Lopuilla 32 yhtiöllä ei ollut tariffia eikä tuotantoa verkossaan.

Yleiskuva siirtomaksuista

Selvityksessä siirtomaksujen suuruutta vertailtiin tarkemmin kuuden eri tyyppituottajan avulla. Kunkin tyyppituottajan siirtomaksut laskettiin kaikkien tariffinsa ilmoittaneiden verkonhaltijoiden alueella. Maksuissa huomioitiin sekä kiinteät vuosi- ja kuukausimaksut että tehomaksut, verkkoon annon energiamaksut ja oman tuotannon kulutusmaksut. Maksujen suuruudessa ja tariffien rakenteissa on kaikilla jännitetasoilla erittäin suuria eroja.

Pienjänniteverkkoon liittyneellä 30 kW:n tuottajalla yleensä ylivoimaisesti merkittävin tariffikomponentti oli kiinteät maksut. Mikäli suurin osa tuo-

tannosta kulutetaan itse, kiinteät maksut voivat olla suuruusluokaltaan jopa puolet verkkoon siirrettävän sähkön myyntiarvosta. Keski-jänniteverkkoon liittyneellä 100 kW:n tuottajalla energiamaksut olivat keskimäärin suunnilleen yhtä merkittävät kuin kiinteät maksut. Erot tariffien rakenteissa ja suuruudessa olivat kuitenkin erittäin isot ja muutama verkkoyhtiö jopa hyvitti verkkoon siirretystä sähköstä. Kj-verkkoon liittyneellä 1,5 MW:n tuottajalla, jolla suurin osa tuotannosta meni paikalliseen kulutukseen, merkittävimpiä olivat oman tuotannon kulutuksen maksut, joita alle 1 MVA:n generaattorien tuotannosta ei yleensä peritä. Erot oman tuotannon kulutuksen maksuissa selittivät myös suurelta osin erot tariffien tasossa. Kaiken tuotannon verkkoon syöttävillä kj-verkkoon liittyneellä 12 MW:n tuottajalla sekä suurjänniteverkkoon liittyneellä 50 MW:n tuottajalla verkkoon annon energiamaksut olivat merkittävimmät. Myös tässä tapauksessa jotkin yhtiöt hyvittivät verkkoon annosta. Sj-tuottajalla, joka kuluttaa omasta tuotannostaan itse 80 %, merkittävän osan muodostivat oman tuotannon kulutusmaksut. Ne olivat suurimmillaan jopa 40 % siirrettävän sähkön myyntiarvosta.

Oheisessa kuvassa on vertailtu kj-verkkoon liittyneeltä 12 MW tuuli- puistolta perittäviä maksuja eri verk-

SÄHKÖN SIIRTOMAKSUT

koyhtiöiden alueella. Laskelmissa on oletettu, että huipunkäyttöaika on 2000 h ja 100 % tuotetusta sähköstä syötetään verkkoon. Sähköstä 1/4 on tuotettu talviarkipäivänä ja 5/12 talvella yhteensä. Lukuun ottamatta suurimman kiinteän maksun perivää yhtiötä tässä teholuokassa ovat energiamaksut merkittävimpiä. Suurin maksu on noin 120 000 euroa vuodessa, joka on noin 12 % siirrettävän sähkön (24 000 MWh) myyntiarvosta. Seitsemän yhtiötä hyvittää verkkoon syötetystä sähköstä, enimmäkseen nettohyöty on noin 16 000 euroa vuodessa.

Suurtuottajien näkemyksiä

Selvityksessä kysyttiin myös sähkön merkittävimmiltä tuottajilta, onko heidän mielestä nykyisissä siirtotariffeissa heidän kokemustensa perusteella sellaisia elementtejä, jotka ovat perusteettomia tai kilpailua ilmeisesti rajoittavia. Kysymykseen ovatko tuotannon siirtotariffien kiinteät perusmaksut (€/kk) ja/tai tehomaksut (€/kW,kk) joissain tapauksissa perusteettomia tai kilpailua ilmeisesti rajoit-

tavia, vastasivat suuret tuotantoyhtiöt täysin yksimielisesti, ettei näin ole. Valtaosa vastaajista (7/11) oli myös sitä mieltä, etteivät tuotannon siirtotariffien energiamaksut (€/MWh) ole perusteettomia tai kilpailua rajoittavia. Niiden yhtiöiden mielestä, jotka olivat tämän suhteen eri mieltä, nostettiin esille se seikka, että yhtiöiden välisissä tariffeissa on suuria eroja ja hinnoittelu näyttää riippuvan siitä, onko yhtiöllä omaa tuotantoa vai ei. Erityisesti todettiin, että yhtiöillä, joilla ei ole omaa tuotantoa, tariffit näyttävät olevan korkeammat kuin niissä yhtiöissä, joissa on omaa tuotantoa.

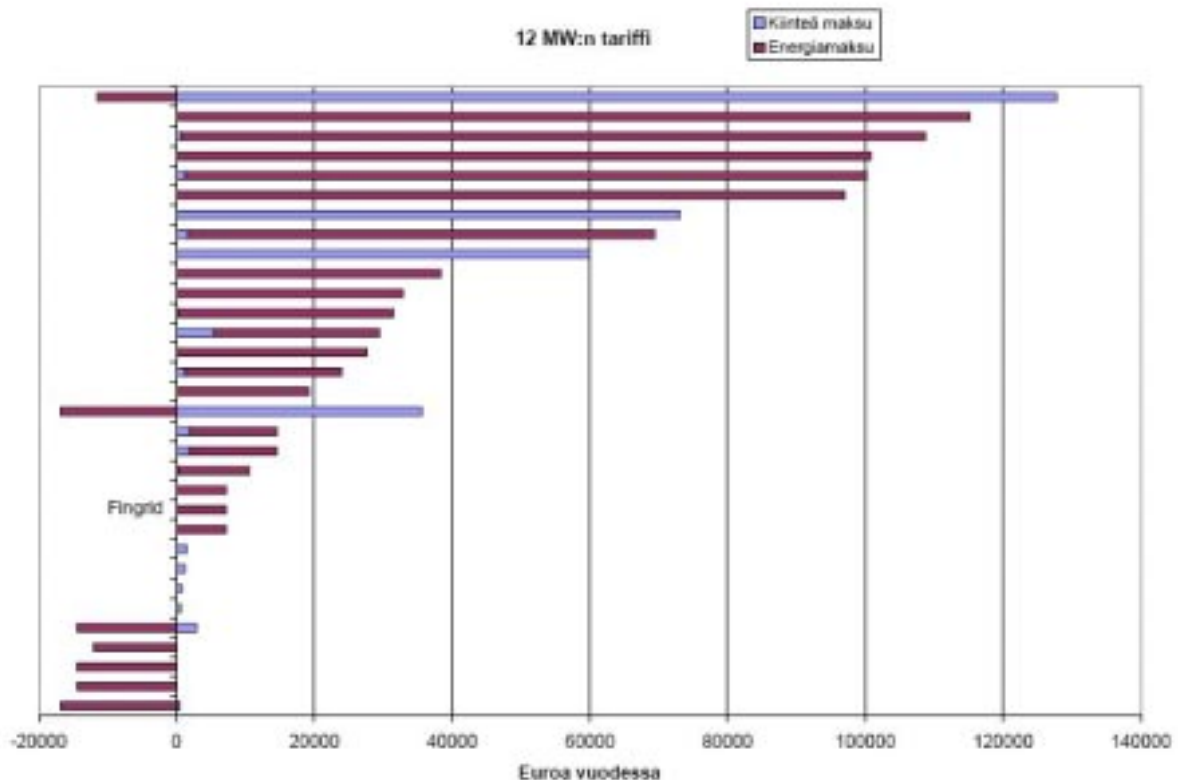
Vastaajien mielipiteet siitä, onko tuotannon liittämistä aiheutuvat kustannukset ja hyödyt otettu huomioon sähkön siirron hinnoittelussa, jakaantuivat tasan sekä puolesta että vastaan. Yhtiöt, jotka olivat sitä mieltä, ettei hyötyjä ja haittoja ole otettu huomioon tasapuolisesti, nostivat esille seuraavia asioita:

- Tariffirakennetta ja hintoja ei ole tavallisesti perusteltu, joten tuotta-

jan on erittäin vaikea itse päätellä miten hyödyt ja haitat on huomioitu

- Osalla yhtiöistä energiamaksu on ajasta riippumaton, kun taas joillain yhtiöillä talviarkipäivän ja muun ajan energiamaksun ero on moninkertainen
- Jonkun verkonhaltijan energiamaksut ovat positiivisia ja jonkun puolestaan negatiivisia, vaikka molemmissa yhtiöissä tuotantoa on alle verkonhaltijan tarpeen
- Osa vastaajista toi esille, että kustannuskomponentit on kyllä huomioitu (esimerkiksi kantaverkkotariffin kulutusmaksu), mutta vastaavasti hyötyjä (kantaverkosta otton väheneminen) ei ole huomioitu.

Kysymykseen onko eri verkonhaltijoiden hinnoittelu vaikuttanut tuotantolaitokseen sijoittumiseen, kaksi yhtiötä vastasi näin tapahtuneen. Toinen yhtiöistä totesi, että tuotantolaitosta suunniteltaessa verrattiin kannattiko liittyä jakeluverkkoon vai rakentaa pidempi yhte-



Kuva. Keski-jänniteverkkoon liitetyn 12 MW tuulipuiston vuotuiset maksut eri verkonhaltijoille.

ys suoraan kantaverkkoon. Toisessa tapauksessa paikan valintaan vaikutti se, että tuotantoyhtiö ja verkkoyhtiö olivat sijoituspaikkaa suunniteltaessa jo yhtä mieltä tuotantolaitoksen aiheuttamista kustannuksista ja hyödyistä. Näiden lisäksi vielä yksi tuotantoyhtiö, jonka tuotantolaitoksen sijoittumiseen verkonhaltijan hinnoittelu ei ollut rakennusvaiheessa vaikuttanut, totesi verkonhaltijan nykyisen, muuttuneen hinnoittelun olevan sellainen, että sillä olisi ollut vaikutusta asiaan.

Pientuottajien näkemyksiä

Suurten sähköntuottajien lisäksi hankkeessa selvitettiin vielä erikseen pientuottajien (alle 1 MW sähköteho) näkemyksiä. Puhelinhaastattelussa kartoitettiin Suomen tuulivoimayhdistys ry:n, Aurinkoteknillinen yhdistys ry:n, Finbio – Suomen bioenergiayhdistys ry:n ja Pienvesivoimayhdistys ry:n edustajien näkemyksiä. Tämän lisäksi keskusteltiin vielä erikseen kolmen pientuottajan kanssa, joiden sähköntuotantolaitteiden teho oli alle 100 kW.

Pientuottajat nostivat varsin voimakkaasti esille sen, että erittäin monen verkonhaltijan alueella ei ole olemassa tuotannon siirtotariffeja, jolloin etukäteen ei voida luotettavasti arvioida, mikä on siirtomaksujen merkitys hankkeen kannattavuudelle. Lisäksi jos verkonhaltijalla ei ole tariffia, joudutaan käymään usein pitkät ja hankalat neuvottelut verkonhaltijan kanssa. Näissä neuvotteluissa pientuottajat kokevat olevansa selvästi heikompi osapuoli. Sama asetelma pätee kun neuvotellaan verkkoon liittymisen teknisistä reunaehdoista. Vastauksissa tuli esille myös tapauksia, joissa neuvottelut ovat sujuneet hyvässä yhteistyössä.

Eräs nimenomaan pientuottajien ongelma on kiinteät kuukausi- tai vuosimaksut, jotka korostuvat sekä teholtaan pienissä tuotantolaitoksissa että erityisesti kohteissa, joissa merkittävä osa tuotannosta kulutetaan paikallisesti ja vain osa tuotannosta siir-

retään sähköverkkoon. Jälkimmäisessä tapauksessa myös tehomaksut voivat muodostua tuottajan kannalta erittäin korkeaksi, koska tehomaksun määrittäminen perusteena on tuotantolaitoksen maksimiteho, vaikkei verkkoon syöttöä koskaan tapahtuisikaan sillä teholla. Energimaksuihin kohdistuvassa kritiikissä nostettiin usein esille se, ettei paikallisen tuotannon hyötyjä, kuten kantaverkosta oton vähenemistä ja häviöiden vähenemistä, ole otettu tariffeissa samalla tavalla huomioon kuin kustannuskomponentteja.

Yhtenä yksittäisen pientuottajan ongelmana nousi esille kohteet, joissa tuotantolaitos ja paikallinen kulutuskohteet ovat lähekkäin, mutta ovat kuitenkin erillisiä liittymiä. Esimerkkinä tällaisesta kohteesta on maatila ja siitä muutaman sadan metrin päässä oleva sikala, jossa on biokaasureaktori ja kaasumoottori sähköntuotantoon. Tällaisessa tapauksessa tuotantolaitos joutuu maksamaan ensin tuotannon siirtomaksut ja kulutuskohteessa joudutaan maksamaan myös kulutuksen siirtomaksut. Tässä tapauksessa ongelmana ei ole tuotannon siirtomaksut sinänsä vaan yleisemminkin sähkömarkkinoiden yleiset pelisäännöt.

Johtopäätöksiä

Nykyinen energiamarkkinalainsäädäntö antaa tuotannon siirtomaksujen rakenteesta ja suuruudesta yleisluontoisia ohjeita. Sähkömarkkinain mukaan verkkopalvelujen hinnoittelussa ei saisi olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua rajoittavia ehtoja. Energiamarkkinavirastolla on nykyisellään mahdollisuus puuttua lähinnä räikeimpiin yksityistapauksiin ja hinnoittelun epäkohtiin. Sähkömarkkinoiden toimivuuden kannalta olisi kuitenkin toivottavaa, että hinnoittelun rakenteesta olisi olemassa nykyistä selkeämmät ja yksityiskohtaisemmat ohjeet, jotta mahdollisten tuottajien olisi helpompi arvioida tuotannon siirrosta aiheutuvia kustannuksia. Erityisesti olisi toivottavaa, että sähköntuotannon siirtotariffit muodostettaisiin myös niissä yhtiöissä, joissa niitä ei vielä ole. Näin tuotantolaitosinvestointeja suunnittelevan yhtiön olisi mahdollista huomioida kaikki kustannuskomponentit jo laitoksen kannattavuusarvioita tehtäessä.

Gaia Group Oy on ympäristöalan konsulttitoimisto, jonka liiketoimintalueet ovat energia- ja ilmasto, turvallisuus ja riskien hallinta sekä innovaatiot ja arvioinnit. Yhtiöllä on toimipisteet Helsingissä, Kouvolassa ja Turussa. Yhtiön referenssilista kattaa yhteensä yli 100 energiaan, ympäristöön, ja ilmastomuutokseen liittyvää hanketta. Energia-alueen vahvoja osa-alueita ovat muun muassa uusiutuva ja hajautettu energiantuotanto sekä energiayhtiöiden liiketoiminnan kehittäminen. www.gaia.fi

Pientuulivoimala Suomen olosuhteisiin

Erkki Haapanen, DI, toiminnanjohtaja
Suomen tuulivoimayhdistys ry

Outokumpulainen kylmäkonealan yrittäjä Pentti Kontkanen aloitti pienoistuulivoimalan kehittelyn 1990-luvun puolivälissä. Voimalan generaattori on kehitetty yhteistyössä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa.

Kontkanen kehitti ja valmisti aluksi hihnavetoisen 1,5 kW:n tasavirtakoneen ympärille useampia seitsemänsadan watin lapakulmasäädettyjä tuulivoimaloita, joista kertyi hyviä kokemuksia. Tässä vaiheessa erityisen merkittävä tekijä oli potkurin kehitystyö, jonka tuloksena syntyi valmistuskustannuksiltaan edullinen ja hyvin toimiva, lapakulmasäädetty potkuri, jonka halkaisija oli 3,6 - 3,8 m. Lapakulmasäädön avulla voimala käynnistyy heikollakin tuulella, käyttää tuulen tehokkaasti hyväkseen ja rajoittaa tehon haluttuun maksimiin, joka pysyy vakiona kovimmillakin tuulilla. Potkurin lapa on laakeroitu napaan siten, että se pääsee kiertymään pituusakselinsa ympäri ja liukumaan keskipakovoiman vaikutuksesta hiekan ulos. Nimellistuulen nopeutta pienemmillä tuulilla jousivoima estää lavan liukumista kunnes lapaan kohdistuva keskipakovoima ylittää jousivoiman, jonka jälkeen navassa oleva nivelmekanismi kääntää lapaa tuulen sitä enemmän, mitä nopeammin potkuri pyörii. Lavan kiertyminen pienentää kohtauskulmaa ja vähentää lavan tuottamaa tehoa, jolloin pyörimisnopeus laskee ja teho asettuu nimellistehoon. Sopivalla jousivoiman valinnalla on järjestelmästä saatu staabiili ja luotettava.

Halu isomman voimalan rakentami-

seen syntyi hyvien kokemusten myötä, mutta tehokkaamman voimalan toteutusta esti sopivan generaattorin puute, mikä ajoi yhteistyöhön Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa, jolla oli riittävästi osaamista ja kiinnostusta lähteä mukaan projektiin, jolle saatiin myös TEKESin tuki. Yliopisto keskittyi generaattorin kehittämiseen ja Kontkanen voimalan muihin komponentteihin.

Generaattori

Yhteistyössä tehdyn kehittelyn tuloksena syntyi suoravetoinen, muuttuvanopeuksinen kestopagneettigene-

raattori. Kestomagneetteina käytetään nykyaikaisia Neodymium-magneetteja. Generaattorin käämitys on kytkettävissä usealla eri tavalla, jolloin voidaan valita haluttu jännitealue nolasta muutamaa kymmeneen volttiin tai aina 250 volttiin asti. Generaattori on moninapainen aksaalivuokone, minkä ansiosta pyörintänopeus on riittävän alhainen ettei mekaanista vaihdetta tarvita. Lisäksi koneen koko ja paino saadaan ratkaisulla pieneksi.

Ensimmäinen 1,6 kW:n tuuligeneraattori valmistui vuonna 2003. Testi- ja mittauskäyttöön varustettua protoa pyöritettiin Lappeenrannan teknisen



Kuva 1. 1,6 kW:n prototyyppi asennettuna Lappeenrannan teknillisen yliopiston katolle.

yliopiston katolla 5 metrin mastossa. Siinä käytettiin Kontkasan valmista-
maa 4 m halkaisijaista potkuria ja se
on toiminut hyvin ja kestänyt kaikki
myrskyt vauriotta.

Tekniset ominaisuudet:

Teho 1.6 kW, 3-vaiheinen, jännitealue
0 - 250 V, muuttuvanopeuksinen kes-
tomagneettigeneraattori, nimellisko-
nopeus on 250 r/min, hyötysuhde nimel-
listeholla noin 85 %, pituus 95 mm,
halkaisija 290, akselin paksuus 30 mm
paino 30 kg.

Rakenne mahdollistaa myös useam-
man staattori-roottori-ryhmän kytke-
misen peräkkäin, jolloin saadaan sa-
malle pyörimisnopeusalueelle eri teh-
oisia generaattoreita.

Laparakenne

Tuuligeneraattori on optimoitu erityi-
sesti Suomen tuuliolosuhteisiin, mikä
tarkoittaa tehoon verrattuna suurta
pyyhkäisy-pinta-alaa, jota tarvitaan
erityisesti sisämaassa, jossa tuulen
keskinopeus 10 m korkeudella on vain
3,5 - 4 metriä sekunnissa.

Kerroslevyrakenteinen lapa on val-

mistettu profiilin muotoon taivutetus-
ta alumiinipelistä, jonka sisään on pai-
suttu polyuretaani-vahto. Tuotantoversiossa potkurin halkaisi-
ja on noin 4 m eli pyyhkäisy-pinta-ala
on 12,5 m².

Projektin jatkonäkymät

Varsinaista sarjavalmistusta ei vielä
ole aloitettu, mutta 3,2 kW:n rinnak-
kaismallin kehitystyö on lähes pää-
töksessä. Proto pyörii kolmatta vuot-
ta LTY:n katolla ja voi hyvin. Voima-
lasta on saatavissa lisätietoja valmis-
tajan internetsivuilta osoitteesta <http://www.kylmatec.com>.

Kehittäjä on myös valmis neuvottele-
maan koko projektin tai valmistus-
oikeuksien lisensioinnista.

UUTISIA

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ Viru-Nigulan tuulipuiston perustus- työt aloitettu

24 megawatin tehoisen tuulipuiston
perustusten rakennustyöt on aloitet-
tu Viru-Nigulassa, Eestissä. Peruski-
ven muuraustilaisuus järjestetään
2.12.2005. Tilaisuudessa on mukana
myös Lääne-Virumaan maaherra Ur-
mas Tamm.

Tuulipuiston toimittaa suomalainen
tuulivoimalavalmistaja, Proventia
Group -konserniin kuuluva Winwind
Oy. Toimitus tapahtuu ns. avaimet kä-
teen -periaatteella. Tilauksen
kokonaisarvo on noin 24 milj. euroa.
Voimaloiden pystytys tapahtuu lop-
pukesällä 2006.

Nyt toimitettava tuulipuisto on
WinWinDille merkittävä kaupallinen
läpimurto kansainvälisille
suurehkojen tuulipuistojen markki-
noille. WinWinDin kehittämään inno-
vatiiviseen matalanopeus-
teknologiaan perustuva ensimmäinen
WWD-3 tuulivoimala pystytettiin
Oulun Vihreäsaareen viime vuoden
lopulla ja Kemin Ajokseen pystytet-
tiin vastaavanlainen voimala noin
viikko sitten. Maailmanlaajuisestikin
vastaavan kokoluokan voimaloita on
asennettuna vain muutama kappale.
Kolmen megawatin tuulivoimaloiden
ennustetaan muodostavan nopeim-
min kasvavan tuulivoimateknologian
markkinasegmentin lähivuosien aika-
na. Voimala sopii rakennettavaksi sekä
maalle että veteen. (WinWinD Oy,
02.12.2005)



Kuva 2. Jousilla esikuormitettu, keskipakovoimalla toimiva lapakulman sää-
tömekanismi rajoittaa tehoa, kun pyörimisnopeus vastaa maksimitehoa.



Suomen Hyötytuuli Oy käynnistää merituulipuiston ympäristövaikutusten arvioinnin

Suomen Hyötytuuli Oy käynnistää lakisääteisen ympäristövaikutusten arviointi-ohjelman hankkeesta, jossa Porin Tahkoluodon edustalle rakennettaisiin 12 - 16 tuulivoimalan merituulipuisto. Valmistuessaan siitä tulisi Suomen suurin tuulipuisto, ja ensimmäinen nk. offshore - tuulipuisto, jossa tuuli-voimalat rakennetaan merialueelle.

Ympäristövaikutusten arviointi-ohjelma

Merituulipuisto sijoittuisi Tahkoluodon satama- ja teollisuusalueen edustan meri-alueelle, joka jo on mm. satamatoimintojen vaikutuspiirissä. YVA-menettelyssä ei tehdä hanketta koskevia päätöksiä, vaan sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksenteon perustaksi. Hankkeen toteuttamiseen liittyvät päätökset tehdään YVA menettelyn valmistumisen jälkeen. Aikaisintaan tuulipuiston sähköntuotanto voisi käynnistyä vuoden 2008 loppupuolella.

Ympäristövaikutusten arviointi-ohjelma eli YVA-ohjelma on hankkeesta vastaavan suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn eli YVA-menettelyn suorittamiseksi. YVA-menettelyssä tarkastellaan kahta toteutusvaihtoehtoa. Vaihtoehtona 1 on 12 - 16 tuulivoimalan (á 3 - 5 MW) tuulipuiston rakentaminen Porin Tahkoluodon edustalle. Vaihtoedossa 2 tuulipuisto rakennettaisiin vaihtoehto 1:stä laajempaan. Rakentaminen toteutettaisiin kahdessa vaiheessa, joista ensimmäinen vastaa edellä esitettyä vaihtoehto 1:stä, ja toisessa vaiheessa tuulipuistoa laajennettaisiin noin saman verran ulkomerelle päin

Ympäristön asukkailla, järjestöillä ja muilla vastaavilla tahoilla on nyt mahdollisuus ottaa kantaa YVA-ohjelmaan ja hankkeeseen, jotta hankkeen

suunnittelussa voidaan päästä mahdollisimman hyvään lopputulokseen. Tiedon-kulun varmistamiseksi on lisäksi perustettu seurantaryhmä, johon kuuluvat mm. Suomen Hyötytuuli Oy:n, Lounais-Suomen ympäristökeskuksen, Porin kaupungin, luonnon-suojelu-, asukas-, ym. yhdistysten edustajat sekä ammattikalastajat. YVA-ohjelman sekä kansalaisten ja sidosryhmien siitä antamien mielipiteiden pohjalta laaditaan kattava selvitys hankkeen ympäristövaikutuksista. Hankkeen YVA-menettely on tarkoitus saada päätökseen vuoden 2007 alkupuolella.

Lounais-Suomen ympäristökeskus asettaa YVA-ohjelman nähtäville joulukuun alusta noin kuukauden ajaksi. Tänä aikana kansalaiset ja sidosryhmät voivat ilmaista mielenpiiteensä suunnitellun ympäristövaikutusten arvioinnin riittävydestä Lounais-Suomen ympäristökeskukselle. YVA-ohjelma on joulukuusta 2005 alkaen nähtävillä myös Suomen Hyötytuuli Oy:n internet-sivuilla <http://www.hyotytuuli.fi>. (Suomen Hyötytuuli Oy, 15.11.2005)



Porin Tahkoluotoon Suomen suurin tuulipuisto

Suomalainen energiayhtiö St1 suunnittelee 15 megawatin tuulivoimapuiston rakentamista Porin Tahkoluotoon. Valmistuessaan siitä tulee Suomen suurin tuulipuisto. Tarvittavia alueita ollaan parhaillaan vuokraamassa, kertoi St1:n myyntijohtaja Mika Jokinen. Tahkoluodon uusi tuulivoimapuisto lisää Suomen tuulivoimakapasiteettia vajaalla 20 prosentilla, Jokinen arvioi. Tuulivoimalla tuotetaan Suomen sähköstä tällä hetkellä 0,1 prosenttia. St1 rakentaa Tahkoluodon satama-alueelle viisi noin kolmen megawatin tuulivoimalaitosta, joita varten yhtiö vuokraa viisi erillistä aluetta. Tuulipuisto tulee sijoittamaan Tahkoluodon öljy- ja kemikaalisataman alueella. "Olosuhteiltaan Pori on optimaalinen paikka tuulivoiman tuotantoon, mutta kartoitamme tulevaisuuden hankkeita varten myös muita mahdollisia kohtei-

ta", St1:n toimitusjohtaja Juha Kokko sanoo. Suomeen on vuoden 2004 loppuun mennessä rakennettu 89 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu energiantuotantokapasiteetti on 82 megawattia. Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelmassa vuoden 2010 tavoitteeksi on asetettu 500 megawatin tuotantokapasiteetti. Porissa Reposaaressa sijaitsee ennestään Suomen Hyötytuulen tuulipuisto, joka koostuu kahdeksasta yhden megawatin ja yhdestä kahden megawatin laitoksesta. (Helsingin Sanomat 16.9.2005)



Raahen tuulipuisto ylitti odotukset

Raahen tuulipuisto on jauhanut ensimmäisen toimintavuotensa aikana tuulisähköä enemmän kuin kukaan osasi odottaa.

– Ennusteet ylittyivät lähes neljällä miljoonalla kilowattitunnilla. Raahen rannat ovat osoittautuneet ennakoituakin paremmaksi paikaksi tuulipuistolle, toimitusjohtaja Timo Mäki Suomen Hyötytuuli Oy:stä kertoo tyytyväisenä.

Raahen tuulipuisto pääsi täyteen tuotantovauhtiinsa elokuussa 2004. Tämän vuoden elokuuhun mennessä viiden voimalan tuotanto oli yhteensä 29,8 miljoonaa kilowattituntia. Alunperin vuosituotannoksi arvioitiin 26 miljoonaa kilowattituntia.

Marraskuu oli tuulisin

Raahen tuulivoimaloiden huipputuotanto ei selity kovilla tuulilla. Timo Mäen mukaan tuuliolosuhteet olivat ensimmäisen vuoden aikana normaalia. Tuulisin ja tuotannoltaan paras kuukausi oli marraskuu 3,6 miljoonalla kilowattitunnillaan. Huonoin oli heinäkuu, jolloin tuotanto jäi 0,9 miljoonaan.

– Jakauma on ennako-odotuksien mukainen. Tuulisimpia ja meille parhaita kuukausia ovat talvikuukaudet lokakuusta helmikuuhun. Kesä on yleensä huono, koska silloin korkeapaineet ovat vallitsevia ja tuulet jäävät

heikoiksi.

Tuulipuisto koostuu viidestä 2,3 megawatin voimalasta. Viisikko on toiminut lähes moitteettomasti:

– Voimaloiden käytettävyyttä on ollut keskimäärin 96,2 prosenttia. Se tarkoittaa, että koko vuoden tuntimäärästä voimalat ovat olleet vikojen tai huollon takia poissa käytöstä 3,8 prosenttia. Noihin lukuihin voimme olla aivan tyytyväisiä, ne ylittävät voimaloille annetut takuuarvot ja kertovat, että voimalat ovat luotettavia, Timo Mäki toteaa. (Suomen Hyötytuuli Oy/ Raahen Seutu 8.9.2005)

Hintojen nousu hillitsee merituulipuistojen rakentamista

Tanskan ja Englannin vesialueille on suunniteltu suunnattomia projekteja, joiden yhteinen kapasiteetti riittää 7,3 miljoonan kotitalouden tarpeeseen. Merituulipuistoihin liittyvien riskien vuoksi ovat valmistajat nostaneet laitoshintojaan ja vakuutusyhtiöt vakuutusmaksuja. Tämä antaa ajattelemisen aihetta investoijille ja rahoittajille. Merituulivoimaa rakentavat yhtiöt ovat Vestas, GE ja Siemens, joiden yhteen laskettu osuus on 99% markkinoista. Yksistään Vestaksen osuus on 56%.

Lähde: Jyllands-Posten Ehrversmagasinet 15.11.2005.

Vestaksen kurssi romahti

Vestaksen kurssi on noussut yli kaksinkertaiseksi vuoden aikana. Huolimatta raskaasti tappiollisesta tilinpäätöksestä Vestaksen kurssi on noussut vuoden aikana vuoden alun 8 • tasosta 20 •:n tuntumaan ja käynyt jopa sitä korkeammalla, mutta kurssi romahti lokakuun puolivälissä takaisin 13 euron tuntumaan.

Vestaksen liikevaihto on ohittanut Danfossin. Samaan aikaan Siemens-Bonusen kurssi on saanut levottomasti 60 - 70 •:n väliä.

Vestaksella on ollut toimitusaika-

ongelmia, jotka ovat aiheuttaneet projektien viivästymisiä.

Lähde: Finanztreff.de ja Netavisen InfoPak

Uusi merituulivoimala kehitteillä

REpower Systems rakentaa Saksan Cuxhaveniin 5 MW tuulivoimalan, joka on suunniteltu valmistuvaksi lokakuussa 2006. Voimala pystytetään DEWI:n koekentälle, jossa sitä testataan merituulikäyttöä varten. Voimalan potkurin halkaisija on ruhtinaalliset 126 m ja napakorkeus 117 m.

REpowerin toimialoina tuulivoimamarkkinoilla on olla systeemin kehittäjä, lisensoijana, tuottajana ja käyttäjänä sekä tulevaisuudessa huoltoorganisaationa. Hampurilaisessa yhtiössä on 560 työntekijää, joilla on kokemusta kaikkiaan 1300 tuulivoimalaitoksesta ympäri maailmaa. Laitokset suunnitellaan Rendsburgissa ja valmistetaan Husumissa ja Trampessa. Yhtiöllä on tytäryhtiöitä useissa Euroopan maissa ja Australiassa.

Lähde: RE-Power lehdistötiedote 3.11.2005

GE Energyllä hyviä kokemuksia merituulivoimasta

GE rakensi Arklow Bankin 25 MW:n merituulipuiston vuosi sitten. Puisto on toiminut hyvin ja sen 3,6 MW voimalat ovat tuottaneet sähköä 99% käytettävyydellä ja tehokäyrä on ollut 2 - 3% parempi kuin laskettu. Laitos on saanut positiivisen vastaanoton paikalliselta väestöltä ja alueen turistiytykset ovat valitelleet ainoastaan sitä, ettei samalla rakennettu kerralla koko aiottua tuulipuistoa valmiiksi. Hyvät kokemukset vahvistavat GE:n uskoa merituulivoiman tulevaisuuteen ja suuria projekteja on kehitteillä. Niistä ensimmäisenä toteutuu Gunfleet Sandin merituulipuisto Englannin rannikolla, jonne suunnitellaan 30 kappaletta 3.6 MW voimalaa.

Lähde Wind directions. Sept/Oct. 2005

USA:ssa jatketaan tuulivoiman verohelpotuksia

USA:n tuulivoimakehitys on riippunut vuosittain päätettävistä verolaeista. Jos lakia ei ole uudistettu, niin kehitys pysähtyy lähes täydellisesti ja, kun laki taas tulee voimaan, niin ala piristyy. Tämä PTC eli Production Tax Credit on nyt vahvistettu ja voimassa vuoden 2007 loppuun. Tämä tietää 1,9 UScent/kWh veronpalautusta tuulivoiman tuottajille. Tälle vuodelle odotetaan yhteensä 2500 MW uutta tuulivoimaa, mikä on kaikkien aikojen ennätys USAssa. Kehityksen odotetaan nyt jatkuvan vahvana myös kahtena seuraavana vuonna.

Lähde Wind directions. Sept/Oct. 2005

TAPAHTUMAKALENTERI

2006

Helmikuu

27.2-2.3 EWEC'06
Ateena, Kreikka
Lisätietoja: Silke Schlinnertz
puh. +32 2546 1980
Email: exhibition@ewea.org
www.ewec.info

Maaliskuu

6-10.3.2006 MAREC 2006, London, Englanti. 4th International Marine Renewable Energy Conference at the World Maritime Technology Conference. Lisätiedot:
<http://www.wmtc2006.com>.

AUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄT

Metso Automation

Kari Heikkilä
PL 237, 33101 Tampere
p. 020483 8278, f. 020483 8943
email: kari.s.heikkila@metsoautomation.com
*Automaatio-, informaatio- ja
kunnovalvontajärjestelmät. Auto-
maatti- ja säätöventtiilit. Prosessi-
mittaukset ja analysaattorit*

KOMPONENTIT

ABB Motors Oy

PL 633, 65101 Vaasa
p. 06-161225, f. 06-3167372
Generaattorit

Rautaruukki Steel

Veli-Matti Manner
PL 93, 92101 Raahe
p. 08 849 3533
Email:
veli-matti.manner@rautaruukki.com
Terästuotteet

Rotatek Finland Oy

Äyritie 12B, 01510 Vantaa
p. 020 1212 601
f. 020 1212 699
Erikoismoottorit

KONSULTOINTI, SUUNNITTELU JÄRAKENTAMINEN

Cosphi One

Roggo Dominique
Kauppakartanonkatu 7 A 62
00930 Helsinki
p. 040 564 2291 f. 09 3432 937
Design tools for power electronics

Electrowatt-Ekono Oy

Esa Holttinen
PL 93, 02151 Espoo
p. 09 469 11
*Tuulianalyysit, kannattavuusselvi-
tykset, ympäristöselvitykset, esi- ja
toteutussuunnittelu*

EMP Projects Oy

Staffan Asplund
Hovioikeudenpuistikko 11
65100 Vaasa
p. 06 3124 237
Email: info@empgroup.com
*Kannattavuusselvitykset, ympäris-
töselvitykset, esi- ja toteutussuun-
nittelu, projektointi, avaimet kä-
teen toimitukset*

GreenStream Network Oy

Jussi Nykänen
Eteläranta 12, 00130 Helsinki
gsm. 040 840 8001
Email:
jussi.nykanen@gsn-trade.com
*Vihreät sertifikaatit, päästökaup-
pa, rahoitusjärjestelyt*

Insinööritsto Erkki Haapanen Oy

Raininkaistentie 27, 35600 Halli
p. 03 532 0600 f. 03 532 0648
Email: erkki.haapanen@ky.inet.fi
suunnittelu

Kariniemi Transport

Pentti Kariniemi
Timontie 4 32700 Huittinen
p. 02 569 941, gsm. 0400 232 941
Email: office@kariniemi.com
*Tuulivoimaloiden vaatimat
erikoiskuljetukset ja nostotyöt.*

Suomen Tuulienergia - FWT Oy

Tommi Rautio
Saanatunturintie 1, 00970 Helsinki
p. 040 546 9477, 050 572 3953
Email: steoy@kolumbus.fi
*Toteutussuunnittelu ja projektin-
hoito*

Windcraft

Aki Suokas
Niemenkatu 73, 15210 Lahti
p. 03 811 4390
Roottoriasiantuntemusta

Vindkraftföreningen rf

Folke Malmgren
Kaartintorpantie 6B, 00330 Helsinki
p.+f. 09 483 950
Projektineuvonta

MAAHANTUONTI, MYYJÄT JA VALMISTAJAT

Fortum Engineering Oy

Vesi- ja tuulivoima
Markku Pajunen
PL 20, 00048 Fortum
p. 010 453 2052, gsm 050 453 2052
f. 010 453 3352
Email: markku.pajunen@fortum.com
*NEG Micon tuulivoimalat,
aurinkosähköjärjestelmät*

Hafmex Windforce Oy

Juhani Jokinen
Hannuksentie 1, 02270 ESPOO
p. 020 198 0333, f. 020 198 0340
Email: juhani.jokinen@hafmex.fi
pien- ja suurtuulivoimalat

Mikron Ky

Anders Åsten
PL 137, 02401 Kirkkonummi
p. 09 298 8053 f. 09 298 7119
e-mail: mikron@dlc.fi
Nordic Windpower

Oy Windside Production Ltd

Risto Joutsiniemi
Niemenharjuntie 85,
44800 Pihlupudas
p. 0208 350 700, fax 0207 350 701
gsm 0400 315 037
Windside, Generaattorit

Winwind Oy

Elektroniikkatie 2B
FIN90570 Oulu
p. (08) 551 3255, fax. (08) 551 3256
E-mail: info@winwind.fi
Tuuliturbiinit

TUTKIMUSJAKONSULTOINTI

Ilmatieteen laitos, IL Energia

Bengt Tammelin
PL 503, 00101 Helsinki
p. 09 1929 4160
Email: bengt.tammelin@fmi.fi
*Tuulienergiatutkimus, kansalliset
ja kansainväliset projektit, tuuli-
mittaukset, tuulisuusanalyysit,
energiantuotto- ja lyhytaikaiset
tuotantoennusteet*

VTT Prosessit

Esa Peltola
PL 1606, 02044 VTT
p. 09 4566 560
Email: esa.peltola@vtt.fi
*Tutkimus, tuulisuusanalyysit,
tuuli- ja seuranta mittaukset*

Inter-Kemec Oy

Yrjö Rinta-Jouppi
Kiviveistämöntie 49, 28760 Pori
p. 0500 721 789
f. 02 648 6811
Email: yrjo.rinta-jouppi@kolumbus.fi
*Tuulimittaukset, energiamittaukset,
uudet ratkaisut.*

HUOLTO-JA KUNNOSSAPITOPALVELUT KÄYTTÖKOKEMUKSET

Suomen Hyötytuuli Oy

Timo Mäki
PL 9, 28101 Pori
p. 02 621 2180
Email: timo.maki@pori.fi
*Meri-Pori 8 x 1 MW Bonus
Meri-Pori 2 MW Bonus*

Iin Energia Oy

Asematie 13, 91100 Ii
p. 08 818 0222
500 kW Nordtank

Kemin Energialaitos

Tarmo Malvalehto
PL 1100, 94701 Kemi
p. 016 259 342
Kemi Ajos 3x300kW Nordtank

Kokkolan energialaitos

PL 43, 67101 Kokkola
p. 06-828 9288, f. 06-828 9205
Sähkö- ja lämpölaistostointa

Korsnäsin Tuulivoimapuisto Oy

Herbert Byholm
Kirkkopuistikko 10C, 65100 Vaasa
p. 06 324 5208, gsm. 0500 862 886
Korsnäs 4x200 kW Nordtank

Kotkan Energia Oy

Kalle Patomeri
PL 232, 48101 Kotka
p. 05- 227 7111
Email: kalle.patomeri@kotka.fi
Kotka 2 x 1 MW Bonus

Lumituuli Oy

Aarne Koutaniemi
Vironkatu 5, 00170 Helsinki
p. 09 4110 0778
Email: info@lumituuli.fi
www.lumituuli.fi
*energiantuotanto- ja myynti, tuuli-
sähkö
Lumijoki 660 kW Vestas*

Oulun Seudun Sähkö

Jouko Simonen
Voimatie 2, 90440 Kempele
p. 08-310 1500
*Energianmyynti ja-siirto
Oulunsalo 1.3 MW Nordex*

Pori Energia

Tero Isoviita

PL 9, 28101 Pori
p. 02 621 2251
Email: tero.isoviita@pori.fi
Pori 300 kW Nordtank

Propel Voima Oy

Janne Vettervik
PL 11, 23801 LAITILA
Email: janne.vettervik@satavakka.fi
p. 02 8506 231, gsm. 044 280 9008
*Tuulivoiman tuotanto ja hankinta
Uusikaupunki 2 x 1300 MW
Nordex*

Vattenfall/Revon Sähkö Oy

Jussi Malkamäki
PL 31, 86301 Oulainen
p. 020 586 3432 f. 020 586 3516
*Siikajoki 2 x 300 kW Nordtank
Kalajoki 2 x 300 kW Nordtank
Hailuoto 2 x 300 kW Nordtank
Hailuoto 2 x 500 kW Nordtank
Siikajoki 2 x 600 kW Nordtank*

Tunturituuli Oy

Seppo Partonen
PL 10, 00048 Fortum
p. 010 453 3958 gsm. 050 453 3958
Email: seppo.partonen@fortum.com
*Paljasselkä 65 kW Nordtank
Lammasoivi 2 x 450 kW Bonus
Lammasoivi 1 x 600 kW Bonus
Olos 5 x 600 kW Bonus*

Vapon Tuulivoima Oy

Mauno Oksanen
PL 22, 40100 Jyväskylä
p. 014 623 5637
Email: mauno.oksanen@vapo.fi
*Kuivaniemi 500 kW Nordtank
Kuivaniemi 6 x 750 kW NEG Micon
Kuivaniemi 2MW Vestas*

TUULISÄHKÖNTUOTANTO MYNTIJAMARKKINOINTI

Vattenfall sähkönmyynti Oy

Taija Herranen
Maistraatinportti 4 A
00240 Helsinki
Puh. 020 586 11
Energiayhtiö, sähkönmyynti

SUOMEN TUULIVOIMAYHDISTYS r.y.

Suomen tuulivoimayhdistys STY r.y. perustettiin 21.10.1988. Sen tavoitteena on toimia aktiivisesti tuulivoiman taloudellisen hyödyntämisen puolesta Suomessa. Eräs tärkeimmistä toimintamuodoista on julkisen hallinnon, energia-alan yritysten sekä tuulivoiman rakentajien ja harrastajien informoiminen tuulienergian ja siihen liittyvien toiminta-alueiden kehityksestä.

Yhdistyksen lehti Tuulensilmä ilmestyy 3-4 kertaa vuodessa ja se lähetetään kaikille jäsenmaksunsa maksaneille jäsenille sekä eri kohderyhmille. Yhdistys järjestää mm. seminaareja ja symposiumeja, asiantuntijatapaamisia ja vierailuja alan tutkimus- ja tuotantolaitoksiin. Lisäksi yhdistyksen vuosikokousten yhteydessä pidetään alaan liittyviä asiantuntijaesitelmää.

Jäsenmaksut:	Yksityishenkilöt	35 euroa/vuosi
	Yritykset ja yhteisöt	1000 euroa/vuosi
	Yhteisöt	1200 euroa/vuosi
	Opiskelijat	10 euroa/vuosi
	Pienyritykset	200 euroa/vuosi (alle 10 henkeä)

Postisiirtotili: SampoPankki 800017-70121854

Maksaessasi kirjoita pankkisiirtolomakkeeseen kohtaan tiedonantoja nimesi, osoitteesi ja puhelinnumerosi sekä lähetä jäsenkaavake ja kuittikopio osoitteeseen Suomen Tuulivoimayhdistys ry, Rainikaistentie 27, 35600 HALLI.

JÄSENKAAVAKE

Nimi: _____

Ammatti: _____

Lähiosoite: _____

Postinumero ja -toimipaikka: _____

Puhelin: _____ Fax: _____

Email: _____

Olen itserakentaja _____

Yritysjäsenet

Yritys: _____

Yrityksen toimiala: _____

Suomen Tuulivoimayhdistys r.y.

Rainikaistentie 27

35600 HALLI